

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

DANIELLA DE OLIVEIRA COSTA

**Avaliação de Processos de Teste pelo
Modelo de Maturidade TMMi em
Pequenas Empresas**

Goiânia
2016

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Nome completo do autor: Daniella de Oliveira Costa

Título do trabalho: Avaliação de Processos de Teste pelo Modelo de Maturidade TMMi em Pequenas Empresas

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Daniella de Oliveira Costa
Assinatura do (a) autor (a)

Data: 31 / 08 / 16

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

DANIELLA DE OLIVEIRA COSTA

Avaliação de Processos de Teste pelo Modelo de Maturidade TMMi em Pequenas Empresas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação.

Área de concentração: Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Plínio de Sá Leitão-Júnior

Goiânia
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

DE OLIVEIRA COSTA, DANIELLA

Avaliação de Processos de Teste pelo Modelo de Maturidade TMMi em Pequenas Empresas [manuscrito] / DANIELLA DE OLIVEIRA COSTA. - 2016.

120 f.

Orientador: Prof. Dr. Plínio de Sá Leitão-Júnior.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Informática (INF), Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Goiânia, 2016.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Processo de Avaliação. 2. Avaliação de Processo de Teste. 3. Pequenas Empresas. 4. Test Maturity Model integration. 5. TMMi. I. de Sá Leitão-Júnior, Plínio, orient. II. Título.

CDU 004



ATA Nº 14/2016

ATA DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO
DE Mestrado de DANIELLA DE OLIVEIRA COSTA

Aos vinte e dois dias do mês de agosto de dois mil e dezesseis, às dez horas, na sala 150 do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, reuniu-se a banca examinadora designada na forma regimental pela Coordenação do Curso para julgar a dissertação de mestrado intitulada "**Avaliação de Processos de Teste pelo Modelo de Maturidade TMMi em Pequenas Empresas**", apresentada pela aluna Daniella de Oliveira Costa como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração Ciência da Computação. A banca examinadora foi presidida pelo orientador do trabalho de dissertação, Professor Doutor Plínio de Sá Leitão Júnior (INF/UFG), tendo como membros o Professor Doutor Fábio Nogueira de Lucena (INF/UFG) e o Professor Doutor Auri Marcelo Rizzo Vincenzi (DC/UFSCar). O professor Auri Marcelo Rizzo Vincenzi participou da sessão de defesa por webconferência. Aberta a sessão, a candidata expôs seu trabalho. Em seguida, a aluna foi arguida pelos membros da banca e:

() tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização do tema de sua dissertação, a banca concluiu pela **aprovação** do candidato, sem restrições.

() tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização do tema de sua dissertação, a banca concluiu pela **aprovação** do candidato, condicionado a satisfazer as exigências listadas na Folha de Modificação de Dissertação de Mestrado anexa à presente ata, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, ficando o professor orientador responsável por atestar o cumprimento dessas exigências.

() não tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização do tema de sua dissertação, a banca concluiu pela **reprovação** do candidato.

Os trabalhos foram encerrados às treze horas. Nos termos do Regulamento Geral dos Cursos de Pós-Graduação desta Universidade, lavrou-se a presente ata que, lida e julgada conforme, segue assinada pelos membros da banca examinadora.

Prof. Dr. Plínio de Sá Leitão Júnior

Prof. Dr. Fábio Nogueira de Lucena

Prof. Dr. Auri Marcelo Rizzo Vincenzi





Daniella de Oliveira Costa

**Avaliação de Processos de Teste pelo Modelo de Maturidade
TMMi em Pequenas Empresas**

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, aprovada em 22 de agosto de 2016, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Plínio de Sá Leitão Júnior
Instituto de Informática - UFG
Presidente da Banca



Prof. Dr. Fábio Nogueira de Lucena
Instituto de Informática - UFG



Prof. Dr. Auri Marcelo Rizzo Vincenzi
Departamento de Computação - UFSCar

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador(a).

Daniella de Oliveira Costa

Graduou-se em Engenharia de Software pela Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia - Goiânia. Em sua graduação, participou de um projeto de pesquisa e desenvolvimento com foco em Prontuário Eletrônico do Paciente. Participou da implantação do processo de teste em uma Pequena Empresa no estado de Goiás. Atualmente atua como analista de sistemas, desenvolvendo atividades de teste e implantação de sistemas.

Aos meus três amores, por acreditarem em mim. Mãe, seu cuidado e conselhos me motivaram a continuar. Pai, sua segurança me acolhe e mostra que não estou sozinha nessa caminhada. Vítinho, seus carinhos preenchem meu coração de amor e alegria.

Agradecimentos

À Deus, por proporcionar forças para vencer todos os obstáculos.

Aos meus pais, Wirley e Cleidiane, por sempre acreditar e propiciar oportunidade de conquistar meus sonhos. Vocês são meus exemplos de força e dedicação.

Ao meu pequeninho Vítor, amor da minha vida.

Ao meu orientador Plínio de Sá Leitão Júnior, pela paciência, dedicação, competência e atenção especial nas revisões e sugestões, fatores fundamentais para conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos, por entender minhas ausências e por confortar meu coração nos momentos difíceis.

Aos especialistas e empresas que participaram do estudo. Agradeço igualmente a todos, cada um contribuiu de forma especial durante a validação do processo.

À Capes, pelo apoio financeiro.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King,

Resumo

Costa, Daniella de Oliveira. **Avaliação de Processos de Teste pelo Modelo de Maturidade TMMi em Pequenas Empresas**. Goiânia, 2016. 120p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

Contexto. Os processos de teste necessitam de constantes acompanhamentos para evolução de suas metodologias. Para apoiar na melhoria dos processos, temos os Modelos de Maturidade de Teste, tais como TMM e TMMi. No entanto, o modelo TMMi não disponibiliza um instrumento que permite as empresas verificarem a aderência ao modelo, sendo necessário a contratação de consultoria especializada. Por carência de certificadores no país, o custo torna-se elevado e dificulta a obtenção da certificação por empresas de pequeno porte. **Objetivo.** Propor uma metodologia de avaliação de processos de teste de baixo custo, que contribua na evolução e qualidade dos processos de teste empregados em Pequenas Empresas de Software **Metodologia.** Uma pesquisa exploratória e qualitativa, realizada pela: (i) investigação de quais instrumentos estão disponíveis para avaliar processos de teste com relação aos níveis do TMMi, por meio de Revisão Sistemática; e (ii) abstração das evidências dos estudos, que colaboravam com avaliações de processo de teste. A partir das contribuições delimitadas e as orientações obrigatórias do TAMAR, construiu-se um processo de avaliação com o foco de atender as limitações das pequenas empresas. **Resultados.** Um processo de avaliação que abrange atividades de Planejamento; Preparação da avaliação; Aplicação; Análise dos Resultados; e Fechamento da avaliação. O instrumento de avaliação previu uma nova abordagem na apresentação das questões. As questões foram dadas por grupos de afinidade, concentrando o respondente à uma etapa específica do processo de teste. **Conclusões.** Realizar a rotina de preparar os envolvidos trouxe uma breve visão do modelo de maturidade e reduzindo as incertezas para indicação das evidências, além da nova abordagem para disposição das questões por grupos de afinidade. A validação do processo de avaliação permitiu verificar que o instrumento é simples e o acompanhamento fornecido no decorrer do processo viabiliza a avaliação dos processos de pequenas empresas.

Palavras-chave

Processo de Avaliação, Avaliação de Processo de Teste, Pequenas Empresas, *Test Maturity Model integration* TMMi

Abstract

Costa, Daniella de Oliveira. **Test Process Assessment by TMMi Maturity Model for Small Companies**. Goiânia, 2016. 120p. MSc. Dissertation. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

Background: Test process requires constant follow-ups to evolve their methodologies. To support the improvement of processes, we have the Test Maturity Models such as TMM and TMMi. However, the TMMi model does not provide instruments or frameworks that allows companies to check the adherence about the model, it is necessary the expert advice. For shortage of certifiers in the country, the cost becomes high and hinders to obtainment certification for small businesses. **Aim:** Propose a methodology of low cost to assess of test process, which shall support in the improvement and quality of testing procedures employed in Small Software Companies **Methodology:** An exploratory and qualitative research, conducted by: (i) Research instruments or frameworks which are available to assess testing process relative to TMMi levels through Systematic Review; and (ii) abstraction of evidence of the studies, collaborating with test process assessments. From the defined contributions and mandatory guidelines TAMAR define an assessment process with the focus to meet the limitations of small companies. **Results:** An evaluation process covering Planning activities; Preparation; Application; Analysis of the results; and Closing. The assessment instrument provided a new approach in the presentation of the issues. The questions were given by affinity groups, focusing the respondent to a specific stage of the test process. **Conclusion:** Contextualize the involved indicated a model of vision and reduced uncertainties as to indication of evidence, the provision of the issues affinity groups also helped respondents. The validation has shown that the instrument is simple and assistance provided throughout the process enables the evaluation of small business process.

Keywords

Evaluation Process, Test Process Assessment, Small Companies, Test Maturity Model Integration TMMi

Sumário

Lista de Figuras	12
Lista de Tabelas	13
1 Introdução	14
1.1 Contexto	14
1.2 Motivação e Objetivos	15
1.3 Organização	15
2 Referencial Teórico	17
2.1 Processos de Teste	17
2.2 Modelos de Maturidade de Teste	18
2.3 Test Maturity Model integration (TMMi)	19
2.3.1 Níveis do TMMi	19
2.3.2 TMMi Assessment Method Application Requirements (TAMAR)	21
2.4 Considerações Finais	23
3 Protocolo de Revisão Sistemática sobre Instrumentos de Avaliação	24
3.1 Contextualização: Revisão Sistemática	24
3.1.1 Planejamento de uma Revisão Sistemática na Literatura	25
3.2 Metodologia aplicada na Revisão Sistemática	26
3.3 Processo de Revisão Sistemática	27
3.3.1 Questões de Pesquisa	27
3.3.2 Estrutura das Questões	27
3.3.3 Estratégia de Busca	28
3.3.4 Fontes de Busca	28
3.3.5 Critérios de Inclusão e Exclusão	29
3.3.6 Processo de Seleção	30
3.3.7 Processo de Sumarização e Extração dos dados	30
3.4 Considerações Finais	31
4 Análises e Resultados de Revisão Sistemática	32
4.1 Introdução	32
4.2 Análise Descritiva	32
4.3 Análise de Evidências dos Estudos Primários	33
4.3.1 Questão de Pesquisa: Quais aspectos são investigados com respeito aos modelos TMM e TMMi?	34
Dimensão Mod01 - Proposição de novo modelo de maturidade de teste, baseando-se em modelos da literatura.	35

	Dimensão Mod02 - Apresentação dos modelos de maturidade de teste	35
	Dimensão Mod03 - Comparação e/ou abstração de melhoria dos modelos de maturidade de teste	36
	Dimensão Pro01 - Proposição de processo de teste, utilizando como referencial os modelos de maturidade de teste da literatura.	37
	Dimensão Pro02 - Proposição de melhoria e evolução em processos de teste.	37
	Dimensão Ava01 - Proposição de instrumento para a avaliação de processo de teste, específico a um modelo de maturidade de teste.	38
	Dimensão Ava02 - Avaliação de processo de teste, com emprego de instrumento explícito.	39
	Dimensão Ava03 - Avaliação de processo de teste, sem empregar um instrumento explícito.	39
	Dimensão Ava04 - Enumeração de dificuldades no processo de avaliação.	39
	Conclusões - Questão de Pesquisa 1	40
4.3.2	Questão de Pesquisa 2 (Q2): Quais instrumentos são aplicados para apoiar avaliações de processos de teste, quanto aos níveis de maturidade do TMM e TMMi?	41
	Identidade dos Instrumentos	42
	Estrutura dos Instrumentos	44
	Pessoas envolvidas na Avaliação	48
	Planejamento e Aplicação do Instrumento	52
	Análise dos Resultados da Avaliação	56
4.4	Considerações Finais	59
5	Avaliação de Processos de Teste em Pequenas e Médias Empresas	60
5.1	Introdução	60
5.2	Processo de Avaliação Proposto	62
5.2.1	Recursos Humanos na Avaliação	64
5.2.2	Planejamento	65
5.2.3	Preparação	66
5.2.4	Aplicação	66
5.2.5	Análise de Resultados	67
5.2.6	Fechamento	67
5.3	Instrumento de Avaliação	67
5.3.1	Identidade do Instrumento	68
5.3.2	Estrutura do Instrumento	68
5.3.3	Pessoas envolvidas na avaliação	69
5.3.4	Planejamento e Aplicação do Instrumento	70
5.3.5	Análise dos Resultados da Avaliação	71
5.4	Propriedades do Questionário	72
5.4.1	Estrutura	72
5.4.2	Conteúdo das questões	73
5.4.3	Obtenção de resultados	74
5.5	Comparação do instrumento proposto com os demais da literatura	74
5.6	Considerações Finais	77

6	Estudo de Caso: Avaliação de Processo de Testes em Pequenas Empresas	78
6.1	Introdução	78
6.2	Caracterização das empresas	78
6.3	Caracterização dos respondentes	79
6.4	Aplicação do processo de avaliação e instrumentos	80
6.5	Apreciação do processo de avaliação	80
6.6	Considerações finais	83
7	Conclusões e trabalhos futuros	84
7.1	Trabalhos futuros	85
	Referências Bibliográficas	86
A	Plano de Avaliação	91
A.1	Propósito da avaliação	91
A.2	Escopo	92
A.3	Restrições	92
A.4	Método de avaliação	92
A.4.1	Instrumento de avaliação	93
A.5	Recursos	94
A.6	Responsabilidades	95
A.7	Cronograma de Atividades	95
A.8	Critério de competência da avaliação	95
A.9	Crítérios de sucesso	96
A.10	Saídas da avaliação	96
B	Instrumento de Avaliação	97
B.1	Pasta 1 - Cronograma da Avaliação	97
B.2	Pasta 2 - Perfil do Respondente	98
B.3	Pasta 3 - Questionário	100
B.3.1	Política e Estratégia de Testes	101
B.3.2	Planejamento de Teste	104
B.3.3	Monitorar e Controlar o Teste	106
B.3.4	Projeto e Execução dos Testes	109
B.3.5	Ambiente de Teste	112
C	Relatório de Avaliação	115
C.1	Introdução ao documento	115
C.2	Artefatos de Entrada	115
C.3	Método de Avaliação	116
C.4	Método de Cômputo	116
C.5	Resultados Atingidos	116
C.6	Sugestões de Pontos de Melhoria	117
D	Questionário de validação do processo de teste	118

Lista de Figuras

2.1	Níveis do Modelo TMMi, fonte [55]	20
2.2	Estrutura hierárquica do Modelo TMMi, fonte [55]	21
4.1	Trabalhos classificados por fase e contribuição para revisão	33
5.1	Processo proposto para a Avaliação de Maturidade, em conformidade com o TAMAR. Fonte: o autor.	63
6.1	Questionário de Validação do Processo	79
6.2	Questionário de Validação do Processo	81
A.1	Processo proposto para a Avaliação de Maturidade, em conformidade com o TAMAR.	93
B.1	Áreas de processo do nível 2 TMMi	100
B.2	Estrutura do questionário proposto	101

Lista de Tabelas

3.1	String de busca.	28
4.1	Síntese dos resultados da Revisão Sistemática	34
4.2	Dimensões de classificação de estudos	35
4.3	Estudos primários do grupo de cobertura Mod: Modelos Maturidade de Teste.	36
4.4	Estudos primários do grupo de cobertura Pro: Processos de Teste.	37
4.5	Estudos primários do grupo de cobertura Ava: Avaliação.	38
4.6	Categorias dos estudos primários relacionados às avaliações	41
4.7	Categoria - Identidade dos Instrumentos	43
4.8	Categoria - Estrutura dos Instrumentos	45
4.9	Categoria Pessoas Envolvidas	50
4.10	Categoria Planejamento e Aplicação do Instrumento	54
4.11	Categoria Análise de Resultados da Avaliação	57
5.1	Relação entre as etapas e entregáveis do TAMAR e do Processo de Avaliação Proposto	64
5.2	Características quanto à Identidade do Instrumento	68
5.3	Características quanto à Estrutura do Instrumento	69
5.4	Características quanto às Pessoas envolvidas na Avaliação	70
5.5	Características quanto ao Planejamento e Aplicação do Instrumento	70
5.6	Características quanto à Geração de Resultados da Avaliação	71
A.1	Responsabilidades na Avaliação	95
A.2	Cronograma de Avaliação	95
B.1	Cronograma da Avaliação Proposta	97
B.2	Descrição e prefixo das categorias de classificação das questões	101

Introdução

1.1 Contexto

Processos podem ser definidos como uma sequência de procedimentos ligados e interdependentes que, a cada estágio, consomem um ou mais recursos, para transformar esforços em resultados. Aplicando a definição na atividade de teste, temos os processos de teste. A atividade de teste está presente em todo o ciclo de desenvolvimento de software, abrangendo da definição de requisitos à manutenção do software. Em cada etapa, temos desafios de planejamento, gerenciamento e análise dos resultados.

Os processos de teste necessitam de constantes acompanhamentos para verificações da evolução de suas metodologias. Como apoio na evolução, sugere-se o emprego das orientações apresentadas pelos Modelos de Maturidade de Teste.

Os Modelos de Maturidade de Teste são guias com orientações quanto à aplicação de abordagens de evolução para metodologias dos processos de teste, como exemplo temos: *Test Maturity Model* (TMM), *Test Process Improvement* (TPI), *Test Improvement Model* (TIM) e o *Test Maturity Model integration* (TMMi).

O precursor dos Modelos de Maturidade de Teste foi o TMM, com sua elaboração em 1996, pelo *Illinois Institute of Technology* e a contribuição de Burnstein [6]. Com o passar dos anos, novos modelos foram surgindo, agregando novas abordagens e lições aprendidas.

Em 2009, a *TMMi Foundation* desenvolveu o TMMi, um modelo detalhado para a melhoria de processos de teste, inspirando os modelos consolidados no mercado, como o TMM. Ele utiliza o conceito de níveis de maturidade, áreas de processo, objetivos e práticas para avaliação e melhoria do processo.

Para verificar a aderência do processo de teste com relação aos níveis do TMMi, define-se o tipo de avaliação a ser realizada conforme foco da empresa: apenas a auto-verificação do processo com rapidez, Avaliação Informal; ou indicação do nível e certificação, Avaliação Formal.

Para avaliação formal, é necessária uma empresa certificadora, que possua vínculo com a Fundação TMMi, para iniciar o planejamento de avaliação. No Brasil há um

número reduzido de certificadoras o que dificulta a obtenção da certificação por empresas de pequeno e médio portes.

Verificar a adequação do processo antes de iniciar uma avaliação formal é um meio de reduzir custos. Porém há um impedimento: a Fundação TMMi não dispõem um questionário oficial para verificação da aderência. Assim, a empresa interessada deve ter um responsável com conhecimento nas práticas do modelo, nos requisitos obrigatórios que devem ser cumpridos nas avaliações e, então, elaborar uma ferramenta que poderá simular a avaliação em si.

1.2 Motivação e Objetivos

Visando adequar uma metodologia de avaliação que não seja onerosa para as Pequenas Empresas e que verifique a aderência quanto aos níveis do TMMi, o objetivo deste trabalho é prover recursos que contemple:

- Definir um processo de avaliação que abranja o nível 2 - Gerenciado, do *Test Maturity Model integration* (TMMi), e adeque ao contexto de Pequenas Empresas;
- Viabilizar um instrumento de avaliação que permita a auto-avaliação das Pequenas Empresas e que utilize os requisitos obrigatórios para avaliações do modelo TMMi, sendo este modelo concentra as melhores práticas existentes na área de testes de software.

Estes objetivos são os pilares da hipótese que uma metodologia simplificada para avaliação de processos de teste possa contribuir na evolução e qualidade dos processos de teste empregados em Pequenas Empresas de Software, e apoiar nas busca por certificações internacionais.

1.3 Organização

Este trabalho está disposto em sete Capítulos, como descrito a seguir.

Neste Capítulo foi apresentada a introdução do trabalho, expondo o contexto que foi desenvolvido, a motivação e os objetivos que fundamentaram a realização do trabalho.

No Capítulo 2 é explanado sobre processo de teste de software. Também é abordado Modelos de Maturidade de Teste, concentrando ao detalhamento do Modelo TMMi. Por fim, detalham-se os requisitos obrigatórios para avaliações com relação ao Modelo TMMi.

O Capítulo 3 é dedicado ao Protocolo da Revisão Sistemática na Literatura, abordando os tópicos e a metodologia da execução, tais como as fontes de busca, critérios de inclusão e exclusão de estudos e a *string* de busca.

No Capítulo 4 são indicados os resultados da revisão sistemática. A apresentação deu-se por dois componentes: Análise descritiva, demonstração dos dados gerais da revisão; e Análise de evidências, classificação dos estudos retornados e suas contribuições quanto à questão de pesquisa.

O Capítulo 5 relata a proposta de um Processo de Avaliação para Pequenas Empresas. O processo foi definido a partir das evidências salientadas no Capítulo 4. O processo de avaliação proposto visa atender a auto-avaliação das pequenas empresas e utilizar os requisitos obrigatórios para avaliações com relação aos níveis do TMMi.

No Capítulo 6 é relatada a aplicação do processo de avaliação em duas pequenas empresas goianas. Os estudos de caso foram realizados conforme a metodologia do processo definido, produzindo os artefatos planejados e gerando validação para metodologia proposta.

Por fim, o Capítulo 7 traz as conclusões, limitações e possíveis trabalhos futuros.

Referencial Teórico

O presente Capítulo apresenta os principais temas explorados neste trabalho. O intuito é contextualizar com relação aos processos de teste e suas avaliações utilizando o Modelo de Maturidade TMMi. Uma breve visão sobre o TMMi é explorada, bem como seus níveis.

2.1 Processos de Teste

A atividade de teste de software vem crescendo ao longo dos anos, e está diretamente relacionada à necessidade de produtos que atendam exigências cada vez maiores [10]. Myers define teste de software como um processo, ou um grupo de processos, definido para garantir que um código faz o que ele foi projetado para fazer, e não faz nada que não foi especificado para fazer [40].

Testar não consiste simplesmente na geração e execução de casos de teste, mas envolvem também questões de planejamento, gerenciamento e análise de resultados [40].

Um processo pode ser visto com uma sequência de procedimentos ligados e interdependentes que, a cada estágio, consome um ou mais recursos, para converter insumos (dados, materiais, peças, etc.) em resultados. Estes resultados, então, servem como produtos para o próximo estágio até que um objetivo conhecido ou um resultado final seja atingido. Aplicando essa definição no âmbito de testar software, temos os processos de teste.

Para verificar a qualidade dos produtos gerados pelos processos temos padrões de qualidade. Eles fornecem um guia de procedimentos que, realizados corretamente, auxiliam e conferem a qualidade dos produtos originados. Para teste de software temos os Modelos de Maturidade de Teste, que são relatados por diversos estudos da literatura e possuem aplicabilidade na indústria de software.

2.2 Modelos de Maturidade de Teste

Os modelos de maturidade são metamodelos que surgiram para avaliar a qualidade dos processos de software aplicados em uma organização. Eles tem desenvolvido normas e modelos buscam auxiliar na Melhoria de Processos de Desenvolvimento de Software, como o *CMMI (Capacity Model Maturity Integration)* [50] e o *MPS.BR (Melhoria de Processo do Software Brasileiro)* [51]. Os Modelos de Maturidade de Processo de Software, em geral, tratam teste de software em seus últimos níveis e de maneira genérica, buscando suprir a lacuna foram criados os Modelos de Maturidade em Processo de Teste, que referenciam melhorias nas atividades de teste de software.

O avanço da pesquisa na área de processos de teste trouxe, como consequência, Modelos de Maturidade de Processo de Teste, como o *TMM (Test Maturity Model)* [6], *TPI (Test Process Improvement)* [3] e o *TIM (Test Improvement Model)* [15].

O TMM (Testing Maturity Model), modelo de testes mais utilizado nos Estados Unidos, foi desenvolvido pelo *Illinois Institute of Technology*, em 1996, como um guia para melhoria de processos de testes e é apresentado como um complemento ao modelo CMM. A estrutura do TMM está baseada em níveis de maturidade, que possuem requisitos para avaliação do grau de maturidade de um processo. A exemplo do CMM, e de seu sucessor CMMI, existem cinco níveis e para cada nível foram definidos objetivos de maturidade, que correspondem a um conjunto de atividades e responsabilidades (associadas a papéis), em um determinado domínio, como planejamento de testes.

O TPI (Test Process Improvement), modelo mais utilizado na Europa, foi desenvolvido por Koomen e Pol, em 1997. A principal razão para desenvolvimento do TPI foi o fato de o processo de teste ser considerado importante, porém de difícil controle. O modelo foi desenvolvido para tornar definição e melhoria de processos de teste mais fácil e controlada. O modelo TPI oferece um framework para avaliação da maturidade do processo em uma organização, determinando as áreas fortes e as que necessitam melhorias no processo.

O TIM (Test Improvement Model) foi definido por Ericson, Subotic e Ursing e está baseado no CMM e um outro modelo de testes TSM (Testability Support Model) [30]. O TIM pode ser utilizado para dois propósitos: identificar o estado atual de Práticas de Áreas de Processo em um processo de uma organização e sugerir formas de fortalecer os pontos fortes de um processo e remover suas fraquezas. O modelo possui dois componentes: Modelo de Maturidade e Procedimento de Avaliação.

Em 2009, a *TMMi Foundation* desenvolveu o *TMMi (Test Maturity Model integration)*, um modelo detalhado para a melhoria de processos de teste, uma alternativa em complementar o *CMMI* na área de testes. Semelhante ao *CMMI*, utiliza o conceito de níveis de maturidade, áreas de processo, objetivos e práticas para avaliação e melhoria

do processo. O modelo foi inspirado nos modelos de maturidade de teste, que estavam consolidados no mercado, como o TMM. O detalhamento do TMMi será apresentado a seguir.

2.3 Test Maturity Model integration (TMMi)

O modelo TMMi foi fundamentado a partir do modelo TMM, elaborado pelo *Illinois Institute of Technology* com contribuição de Burnstein [7]. Outras contribuições foram consideradas na concepção do modelo, tais como: Gelperin [22], com a evolução dos processos de teste em um período de 40 anos; Beizer [5], com a evolução do conhecimento em teste por profissionais da área; normas internacionais, tais como *IEEE 829 Standard for Software and System Test Documentation* [29]; e a terminologia do *ISTQB Standard Glossary of Terms used in Software Testing* [57].

O *TMMi (Test Maturity Model integration)* possui o propósito de apoiar organizações em avaliações e melhoria do Processo de Teste, abordando questões importantes para gerentes de teste, engenheiros de teste e profissionais de qualidade de software, e aplicado de forma ampla, com o objetivo de abranger toda a qualidade do produto de software e atividades afins [55].

O modelo foi elaborado para a melhoria de processos, sendo particionado em cinco níveis no qual uma organização deve preparar para evoluir o processo de teste. Os níveis conduzem de um processo de teste ad-hoc e não gerenciado ao processo gerenciado, bem definido, com métricas e otimizado.

Para se atingir o nível, deve-se contemplar as exigências do nível anterior. O modelo fornece diversas práticas, sendo elas o referencial para aplicação no processo da empresa com qualidade e melhoria em passos incrementais. Os cinco níveis do modelo são apresentados na Figura 2.1.

2.3.1 Níveis do TMMi

Para evolução do processo de teste *ad-hoc* para o automatizado, o modelo TMMi é composto por cinco níveis de maturidade. Os níveis são apresentados sucintamente a seguir.

- **Nível 1 (Inicial):** O processo de teste é caótico, não existe processo definido, sendo considerada parte de um debugging (procura, análise e remoção de causas de falhas no software). Não há distinção entre teste e depuração e o objetivo dos testes nesse nível é mostrar que o software funciona sem falhas. Os produtos são entregues sem uma visibilidade de qualidade.

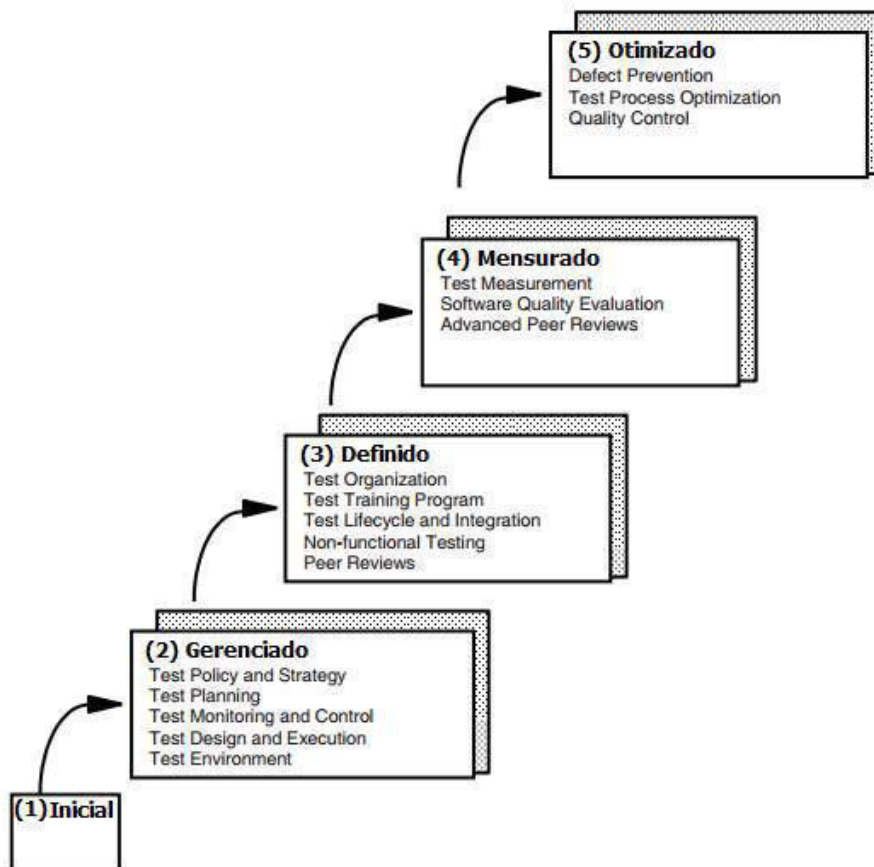


Figura 2.1: Níveis do Modelo TMMi, fonte [55]

- **Nível 2 (Gerenciado)**: É definida uma fase de testes. As atividades são planejadas e acompanhadas, e a organização já utiliza métodos e técnicas preestabelecidos. O objetivo dos testes é demonstrar que o software satisfaz os requisitos.
- **Nível 3 (Definido)**: Atividades de teste estão integradas às diversas fases do ciclo de desenvolvimento do software, sendo planejadas desde a fase de requisitos. Existe a padronização do processo de testes da organização, que é adaptado para os projetos de acordo com necessidades específicas. Os métodos e técnicas de testes utilizados passam a contemplar testes não funcionais.
- **Nível 4 (Mensurado)**: Um programa de medição em testes é estabelecido definindo, inclusive, atributos de qualidade para avaliação dos produtos de software. Revisões e inspeções são consideradas como parte das atividades de teste e utilizadas para medir a qualidade da documentação. As medidas coletadas oferecem uma visão a respeito do processo de testes.
- **Nível 5 (Otimizado)**: O teste tem o objetivo de prevenir defeitos. Uma vez que o processo está definido e sua eficiência e eficácia são conhecidas, os métodos e técnicas devem ser otimizados de forma a se obter resultados cada vez melhores.

A representação do modelo TMMi é estagiada, tendo a sua estrutura composta

por níveis, áreas de processo, objetivos e práticas, conforme ilustrada na Figura 2.2. No modelo, as práticas são detalhadas em subpráticas, com a finalidade de fornecer um suporte à sua realização. Os elementos podem ser classificados em requeridos (objetivos genéricos e específicos), esperados (práticas genéricas e específicas) e orientações (subpráticas, produtos de trabalho e exemplos).

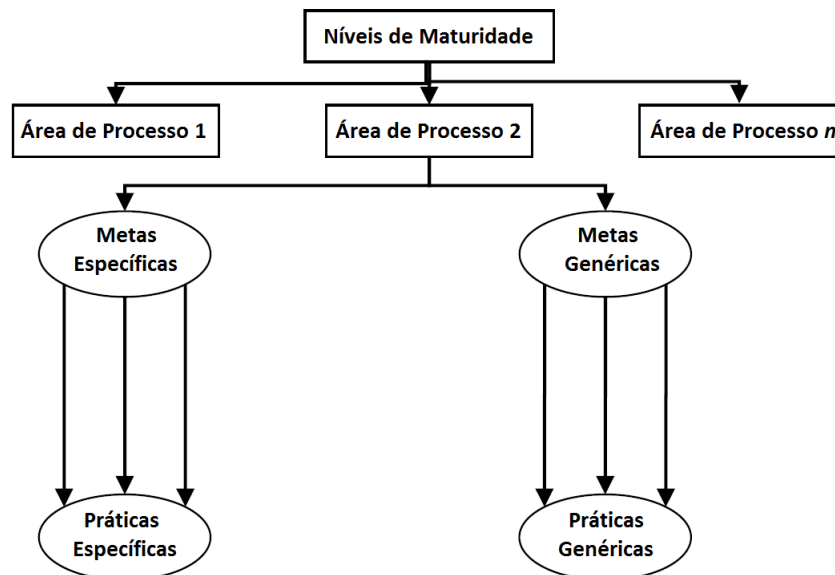


Figura 2.2: Estrutura hierárquica do Modelo TMMi, fonte [55]

Diante dessa estrutura, podemos perceber que para atingir um nível necessitamos realizar os objetivos genéricos e específicos; e eles são alcançados a partir das práticas genéricas e específicas e a utilização das subpráticas.

A verificação da aderência ao modelo é dada pela execução de avaliações. O guia *TMMi* orienta a aplicação do *TMMi Assessment Method Application Requirements* (TAMAR)[54], sendo apresentado nele os requisitos obrigatórios para cada tipo de avaliação segundo sua finalidade. O TAMAR e os tipos de avaliações são demonstrados a seguir.

2.3.2 TMMi Assessment Method Application Requirements (TAMAR)

O Modelo *TMMi* traz três documentos principais, o *TMMi Reference Model*, *TMMi Assessment Method Application Requirements* e *Data Submission Requirements*, que apresentam, respectivamente, o guia da estrutura geral do modelo incluído os detalhes de cada nível; os requisitos obrigatórios para criação de métodos de avaliação; e as orientações para a submissão dos resultados para validação e quanto à criação do relatório de assessor. O modelo não disponibiliza um instrumento oficial para avaliação de verifi-

cação de aderência ao modelo, ficando a cargo do assessor a criação do seu instrumento de avaliação.

Toda organização que possui algum esforço de teste está aderente ao *Nível 1* do *TMMi*, mesmo que não haja evidências de sua prática. Quanto maior o nível e maturidade alcançado pela organização, mais maduro é o seu processo. Para satisfazer a um nível de maturidade do *TMMi* a organização deve ter satisfeito todas as exigências do nível anterior. Por exemplo, para uma empresa atingir a maturidade do Nível 4, espera-se que todos os níveis 2 e 3 foram atingidos.

A fim de mensurar a maturidade de teste de uma empresa, são aplicadas avaliações. Como citado anteriormente, não há um questionário disponível para avaliação. O documento de referência *TAMAR (TMMi Assessment Method Application Requirements)* [54] compõe os requisitos mínimos obrigatórios em avaliações de nível de maturidade e foi elaborado conforme as orientações da norma ISO/IEC 15504.

O documento detalha o fluxo para avaliações do modelo, e particiona o processo de avaliação em quatro etapas:

- *Planejar*: antecede a realização da avaliação e consiste na documentação das atividades, recursos, responsabilidades e resultados esperados para avaliação;
- *Gerenciar Dados*: realização da coleta dos dados e sua validação das evidências da avaliação;
- *Classificar*: geração dos resultados conforme a métrica aplicada para avaliação;
- *Reportar Resultados e Saídas*: apresentação dos resultados obtidos e formalização do término da avaliação, com a indicação do resultado geral, em avaliações formais.

Na etapa de Planejamento, escolhe-se um tipo de avaliação conforme o objetivo da organização. Se a organização visa apenas verificar sua aderência ao modelo, temos a avaliação informal, caso deseje-se a certificação oficial, realiza a avaliação formal.

Para avaliação formal exige-se o cumprimento de todos os itens descritos no *TAMAR*, além de possuir um grau de rigor e a confirmação da execução das práticas na documentação do processo de teste. Para esse tipo, necessita-se que a presença de um assessor credenciado ao *TMMi*.

A avaliação informal não possui o rigor exigido na avaliação formal. Nesta, será garantido uma verificação rápida de maturidade atribuindo uma indicativa do nível da organização e das áreas de processos envolvidas no processo de teste da organização. Para sua realização não é necessário o envolvimento de um assessor credenciado ao *TMMi*, pois o conhecimento das práticas, subpráticas e sua aplicabilidade são suficientes.

Ao optar por verificar a aderência de um processo de teste ao *TMMi*, é preciso selecionar um tipo de avaliação. Se a necessidade é identificar as áreas do processo de teste que necessitam de uma melhoria, opta-se pela verificação rápida ou avaliação informal. Porém, se a intenção é certificação a avaliação formal é indicada.

Entretanto, a realização das avaliações TMMi, independente do seu tipo, é onerosa e torna-se inviável quando aplicada no contexto de pequenas empresas.

As empresas necessitam de apoio de instituições implementadoras e avaliadores especialistas no modelo, deparando com o alto custo para a contratação. No Brasil temos uma empresa que promove esse serviço. A limitação de empresas certificadoras no país, o alto custo e a ausência de um método de avaliação disponibilizada pelo TMMi, dificulta a obtenção da certificação por empresas brasileiras.

Diante da necessidade de um método de avaliação de baixo custo e que permita avaliar a maturidade de processos de teste, decidiu-se investigar a disponibilidade de instrumentos adequados para avaliações de processo de teste quanto aos níveis do TMMi.

2.4 Considerações Finais

Teste de software não é apenas uma atividade do processo de desenvolvimento de software, é também outro processo que, como tal, deve ser acompanhado, avaliado e evoluído [26]. Os modelos de maturidade de teste que visam avaliar a qualidade das atividades envolvidas no processo de teste.

Relata-se a existência de diversos modelos com essa finalidade. Neste Capítulo apresentou-se um panorama geral do Modelo de Maturidade em Teste TMMi e sua metodologia de avaliação.

Protocolo de Revisão Sistemática sobre Instrumentos de Avaliação

Neste Capítulo são expostos a metodologia da Revisão Sistemática que visa investigar a existência de instrumentos de avaliação que permitem avaliações quanto aos modelos TMM e TMMi, e os principais questionamentos estudados sobre esses modelos.

Na Seção 3.1 é apresentada a sistemática adotada para execução da revisão. Na Seção 3.2 traz a metodologia explorada na revisão sistemática. Na Seção 3.3 dispõe o detalhamento do processo de revisão sistemática, demonstrando os itens do protocolo de revisão. A Seção 3.4 apresenta as considerações finais deste Capítulo.

3.1 Contextualização: Revisão Sistemática

Em 2004, Kitchenham introduziu o conceito de *Engenharia de Software Baseada em Evidência* (ESBE), a abordagem surgiu na medicina e aplicada na engenharia de software com objetivo de aperfeiçoar a tomada de decisão relacionada ao desenvolvimento de software através da integração das melhores evidências resultantes de experiências práticas e valores humanos [34].

Revisão Sistemática é utilizada pela ESBE como ferramenta para identificar, extrair e interpretar dados relevantes de uma área específica. Os estudos individuais que contribuem para uma revisão sistemática são chamados de estudos primários e, a revisão sistemática é um estudo secundário .

Kitchenham [34] particiona o processo de revisão em três etapas: Planejamento, Execução e Publicação dos Resultados. O Planejamento compreende-se pela definição da necessidade de revisão sistemática e a criação do protocolo da revisão sistemática, sendo este, utilizado como referencial na Fase de Execução. A posteriori, na Execução é dada aplicação do protocolo e a extração dos dados. Por fim, a Publicação dar-se-á pela catalogação dos dados extraídos e análise quanto às questões de pesquisa.

Definida a necessidade de revisão, inicia-se a produção do protocolo, são especificadas as questões de investigação e os métodos que serão usados na condução da revisão. Kitchenham [35] sugere que componha o protocolo:

1. As questões de investigação que a pesquisa pretende responder;
2. As estratégias usadas para as pesquisas dos estudos primários, incluindo os termos usados, bibliotecas digitais, jornais e conferências;
3. Critérios de inclusão e exclusão dos estudos primários;
4. Definição da *string* de busca;
5. Estratégia de extração dos dados e síntese dos dados extraídos; e,
6. Estratégia de divulgação.

Após definição do protocolo, inicia-se a Fase de Execução. Ela é particionada em quatro etapas:

1. **Identificação dos Estudos:** acesso às fontes de busca, execução da *string* de busca e listagem de possíveis estudos primários.
2. **Seleção:** análise preliminar sobre os dados coletados na fase de identificação, leitura do título e resumo para aplicação dos critérios de inclusão e exclusão de estudos.
3. **Extração:** os estudos incluídos são analisados para verificar a sua colaboração quanto às questões de pesquisa. Estudos que não correspondem aos resultados esperados são excluídos da revisão.
4. **Sumarização:** estudos que respondem às questões de pesquisa são analisados e catalogados.

3.1.1 Planejamento de uma Revisão Sistemática na Literatura

Kitchenham propõe, após o levantamento da necessidade de uma revisão sistemática, iniciar o planejamento da revisão por meio de um protocolo. Os tópicos definidos no protocolo são utilizados como referencial na execução da sistemática.

Como sugestão de estrutura para protocolo de Revisão Sistemática, é dado:

1. **Contexto:** Descrição da área de pesquisa que será investigada e sua importância;
2. **Questão de Pesquisa:** Identificação de questões para busca primária e secundária;
3. **Método de Revisão:** Descrição das fontes, estratégia de busca, seleção dos estudos, síntese e extração dos dados;
4. **Critérios de Inclusão e Exclusão:** Identificação dos critérios de inclusão e exclusão que serão aplicados nos dados coletados nas fontes de busca;
5. **Resultados:** Descrição dos estudos primários coletados na aplicação da Revisão Sistemática;

Para definição das palavras-chave na criação de estruturas de busca, sugere-se a aplicação da técnica *PICOC* (*População, Intervenção, Contexto, Resultados e Comparação*)[35]. A técnica foi, inicialmente, utilizada em trabalhos científicos na área da medicina, porém no trabalho desenvolvido por Kitchenham, a técnica é praticada no contexto da Engenharia de Software colaborando na caracterização de questões de pesquisa. Aplicando em Engenharia de Software, teremos:

1. **População:** envolvidos na atividade ou área que a questão está ligada, como um papel desenvolvido no ciclo de vida de software, um sistema específico ou um grupo da indústria;
2. **Intervenção:** metodologia (software/ferramenta/procedimento) que aborda um problema específico;
3. **Contexto:** contexto em que a comparação se dá, os participantes do estudo, e as tarefas realizadas.
4. **Resultados:** devem estar relacionados à fatores de importância ao estudo.
5. **Comparação:** aspecto que a intervenção está sendo comparada.

3.2 Metodologia aplicada na Revisão Sistemática

A metodologia da Revisão Sistemática segue a proposta apresentada nos trabalhos de Kitchenham [34] [35]. A execução da revisão é dada por três estágios: Planejamento; Execução e Publicação dos Resultados.

O Planejamento é dividido em duas atividades:

1. i. Identificação da necessidade de revisão: definição das questões que direcionaram o objetivo da revisão.
2. ii. Definição do protocolo: apresentar a estratégia de pesquisa, fontes de busca, critérios de inclusão e exclusão de estudos primários, métodos de extração e síntese de dados e publicação de resultados.

A Execução irá desenvolver a prática do protocolo, conforme definido no Planejamento, coletando os estudos primários que são os objetos de estudo da revisão. Além de selecionar os estudos primários que são potenciais fontes para extração das evidências e contribuições relacionadas às questões de pesquisa.

Por fim, os estudos primários relevantes são analisados e catalogados. A análise é fundamento para a verificação das contribuições com relação às questões de pesquisa. Partindo da análise, temos o catálogo que permite responder as questões de pesquisa. As informações coletadas serão apresentadas como estudos secundários, e compõem a revisão.

3.3 Processo de Revisão Sistemática

A revisão sistemática da literatura foi conduzida no intuito de relacionar e explorar, em maior quantidade, os estudos primários importantes e conhecidos na área de modelo de maturidade de teste, especificamente aos Modelos *Test Maturity Model* (TMM) e *Test Maturity Model integration* (TMMi).

A seguir serão apresentados os tópicos relacionados ao protocolo de revisão, definido como guia para pesquisa.

3.3.1 Questões de Pesquisa

Com objetivo de investigar: *Estão disponíveis instrumentos ou frameworks adequados para avaliar processo de teste com relação aos níveis do TMM e TMMi??*. Derivase dois questionamentos específicos, que possam responder as indagações na busca de conhecimento quanto aos modelos de maturidade de teste e suas ferramentas de avaliação, além de apreciar e abstrair evidências importantes quanto à aderência aos níveis de maturidade TMM e TMMi.

Sobre os relatos de avaliação de maturidade no que se refere aos níveis de maturidade do TMM e TMMi, consideram-se duas questões específicas denominadas *Q1* e *Q2*, respectivamente:

1. *Q1. Quais aspectos são investigados com respeito aos modelos TMM e TMMi?*
2. *Q2. Quais instrumentos (ou frameworks) são aplicados para apoiar à avaliação de processos de teste, quanto aos níveis de maturidade do TMM e TMMi?*

3.3.2 Estrutura das Questões

Utilizando a estrutura **PICOC** (*Population, Intervention, Context, Outcomes e Comparison*), para cada questão específica (*Q1* e *Q2*), os elementos **PICO** (*Population, Intervention, Context e Outcomes*) obtiveram-se os seguintes resultados:

1.
 - *Population (P)*: Produções Científicas sobre Modelo de Maturidade em Processo de Teste de Software
 - *Intervention (I)*: Produções Científicas
 - *Context (C)*: Referencial teórico quanto aos Modelos TMM e/ou TMMi .
 - *Outcomes (O)*: Produções científicas que colaboram significamente na disseminação do conteúdo com relação aos Modelos de Maturidade TMM e/ou TMMi.
 - **Comparison (C)**: Não se aplica.
2.
 - *Population (P)*: Produções Científicas sobre Modelo de Maturidade em Processo de Teste de Software

- *Intervention (I)*: Avaliações da aderência dos processos de testes em relação ao TMM e TMMi
- *Context (C)*: Referencial quando a realização de avaliações de maturidade do Modelo de Maturidade TMM e/ou TMMi.
- *Outcomes (O)*: Instrumentos ou framework que colaborem no processo de avaliação de maturidade dos Modelos de Maturidade em Teste TMM e/ou TMMi.
- **Comparison (C)**: Não se aplica.

O item *Comparison* da estrutura **PICOC** não se aplica, devido aos objetivos do trabalho não buscarem comparações entre os tópicos de investigação.

3.3.3 Estratégia de Busca

A construção dos termos de busca fundamentada pelas estruturas das questões de investigação (*Population, Intervention, Context e Outcomes*), e utilizou-se:

1. Tradução dos termos identificados no (**PICO**) ao inglês, por lidar com a língua amplamente utilizada nas bases de dados eletrônicas selecionadas como base para pesquisa e nas principais conferências e jornais relacionados aos tópicos de interesse.
2. Identificação de Sinônimos, a fim de abranger o maior número de estudos relacionados;

A *string* de busca foi concebida com referência as estruturas das questões e combinação dos termos chave e sinônimos. No entanto, para abranger o maior número possível de produções quanto aos Modelos TMM e TMMi decidiu-se utilizar uma simples *string*, utilizando somente o nome dos modelos de maturidade em estudo.

A *string* adotada na busca é listada a seguir, na Tabela 3.1.

("Test Maturity Model"OR "Testing Maturity Model")
--

Tabela 3.1: *String de busca.*

3.3.4 Fontes de Busca

As fontes selecionadas para o estudo foram delimitadas conforme:

1. disponibilidade de consultar os estudos na web;
2. presença de mecanismo de busca usando palavras-chave;
3. ampla utilização e indexação.

As fontes utilizadas para busca de estudos primários são:

- Engineering Village¹
- IEEEExplore Digital Library²
- ACM Digital Library³
- Scopus⁴
- Google Academic⁵
- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)⁶

É pertinente que, para atender as necessidades específicas, a *string* de busca seja adaptada ao mecanismo utilizado nas fontes selecionadas. Foram realizadas as alterações:

- **IEEEExplore Digital Library, ACM Digital Library, Scopus e Engineering Village:** permitem o uso da formatação utilizada na apresentação da *string*, ou seja, não necessitou de modificações na *string de busca* apresentada na Tabela 3.1.
- **Google Academic:** demandou o uso da ferramenta de busca avançada disponível pela fonte. Definiu-se os filtros: "Com a frase exata: Test Maturity Model" e desmarcou-se os parâmetros: "Incluir patentes" e "Incluir citações".

3.3.5 Critérios de Inclusão e Exclusão

Para ser indicado como estudo primário, a inclusão o trabalho deve ser determinado por sua relevância em relação as questões de investigação, determinada pela análise do título, palavras-chave, resumo e conclusão. A seleção dos estudos estudos primários foram limitados pelos critérios para inclusão:

1. *I1 - Estudos que colaborem com o mapeamento das produções científicas quanto aos Modelos de Maturidade TMM e TMMi;*
2. *I2 - Estudos que tratem primariamente ou secundariamente instrumentos, modelos, questionários que lidem com avaliações de aderência aos níveis de maturidade do TMM e/ou TMMi*

Estudos que não colaboram com as questões de pesquisa são excluídos do processo da revisão sistemática. Na classificação dos estudos a serem excluídos, aplicou-se os critérios de exclusão:

¹<http://www.engineeringvillage.com/>

²<http://ieeexplore.ieee.org/>

³<http://dl.acm.org/>

⁴<http://www.scopus.com/>

⁵<https://scholar.google.com.br/>

⁶<http://bdtd.ibict.br/vufind/>

1. *E1 - não estar disponíveis livremente para consulta na web ou Portal da Capes;*
2. *E2 - ser irrelevantes para a pesquisa, de acordo com as questões de investigação levantadas;*
3. *E3 - não responder nenhuma das questões de pesquisa;*
4. *E4 - não corresponderem a artigos, dissertações ou teses;*
5. *E5 - não foram produzidos na língua Inglesa.*

3.3.6 Processo de Seleção

As buscas iniciais retornam uma grande quantidade de estudos que não são relevantes, sem relação com a questão de pesquisa ou que não respondem as questões, logo sendo descartados [35].

Para refinar os potenciais estudos primários foram realizadas como etapas do processo de Seleção:

1. **Etapa 1:** Executar a string de busca, ler dos títulos dos trabalhos e aplicar dos critérios de inclusão e exclusão, refinando os trabalhos relevantes quanto às questões investigadas.
2. **Etapa 2:** Listar os estudos que foram indexados em várias bases de busca, considerando o estudo apenas para uma base.
3. **Etapa 3:** Listar os resultados de potenciais candidatos à estudo primário, sendo todos avaliados mediante a leitura do título, resumo e conclusão.
4. **Etapa 4:** Documentar todos estudos envolvidos na pesquisa, bem como o critério que levou a inclusão ou exclusão dos mesmos.

3.3.7 Processo de Sumarização e Extração dos dados

Para apoiar o registro dos dados, extração e análise, recomenda-se a utilização de uma ferramenta que dê suporte aos estudos retornados das fontes de busca. Foram listadas duas ferramentas gratuitas que visam organizar e apoiar no processo de revisão:

- **JabRef⁷**: gerenciador de referências baseado em bases de dados BibTex, que realiza a gestão de vários tipos de referências (livros, artigos, anais, etc.).
- **StArt Tool 2.3.4.2⁸**: gerenciador de referências com recursos capazes de importar estudos em formato Bibtex, Medline, RIS ou Cochrane.

Para a seleção da ferramenta que apoiará o processo de revisão foram considerados os aspectos: suporte ao controle de referências e adequação ao processo de revisão sistemática.

⁷<http://jabref.sourceforge.net/>

⁸http://http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool

A ferramenta StArt foi planejada para apoiar processos de revisão sistemática da literatura e dispõe de funcionalidades importantes, tais como: criação do protocolo de revisão sistemática, parametrização de bases de dados, edição de *strings* de busca, adoção de critérios de inclusão e exclusão, importação dos resultados obtidos de buscas a bases de dados, geração gráficos das fases do processo de revisão e relatórios com dados obtidos, sendo assim, escolhida para este trabalho.

Os estudos aceitos no processo de Seleção passaram pela leitura completa de seu conteúdo, para confirmar a contribuição com as questões de investigação.

Todos os estudos primários que contribuem para responder as questões de pesquisa são catalogados em formulário próprio, com a extração das informações com relação a: Autor e Título, Ano, Propósito, Metodologia, Resultados e Outros Pontos Importantes. As informações coletadas são armazenadas para geração de evidências nos estudos secundários.

3.4 Considerações Finais

Revisão Sistemática é utilizada como método de identificar, extrair e interpretar dados relevantes de uma área específica. Este Capítulo apresentou a sistemática escolhida para investigar a disponibilidade de instrumentos que permitam a avaliação quanto aos níveis dos modelos TMM e TMMi, além de indicar o passo-a-passo da coleta de estudos relevantes.

No próximo Capítulo, temos a apresentação dos resultados obtidos na execução da revisão sistemática. Os resultados são demonstrados em dois tipos: Análise Descritiva, dados gerais; e Análise das Evidências, contribuições dos estudos quanto às questões de pesquisa.

Análises e Resultados de Revisão Sistemática

4.1 Introdução

O presente Capítulo demonstrará os resultados obtidos na execução do protocolo da Revisão Sistemática. A apresentação dos resultados dar-se por dois componentes:

- **Análise Descritiva da Revisão Sistemática:** demonstração dos dados gerais coletados na revisão: quantidade de estudos retornados na busca e resultados das etapas de seleção e extração dos estudos.
- **Análise de Evidências dos Estudos Primários:** apresentação das dimensões de classificação dos estudos primários e sua contribuição quanto a questão de pesquisa da revisão sistemática.

Na Seção 4.2 é disposto os resultados quantitativos da revisão sistemática, explorando a quantidade de estudos que tiveram contribuição para o trabalho. Na Seção 4.3, as evidências coletadas dos estudos apontados como relevantes são classificadas por dimensões de abstração, colaborando na investigação da revisão sistemática.

4.2 Análise Descritiva

A partir da *string* e fontes definidas, as buscas retornaram um total de 277 trabalhos, no qual, 10 estudos foram identificados na ACM Library, 13 na Engineering Village, 60 na IEEE Xplorer, 20 no Scopus, 174 no Google Academic. A Figura 4.1 apresenta os resultados obtidos nos mecanismos de busca, o número de trabalhos apresentados na figura foram adicionados a Fase de Seleção para classificação dos estudos primários.

Em primeira análise, foram identificados 61 trabalhos duplicados, correspondendo a 22% do resultado inicial de busca. Embora o *Google Academic* tenha retornado o maior número de trabalhos, a base atingiu 65.6% dos estudos duplicados (40 estudos), devido a fonte possuir o mecanismo de indexação capaz de adicionar trabalhos que estão relacionados em outras fontes de busca.

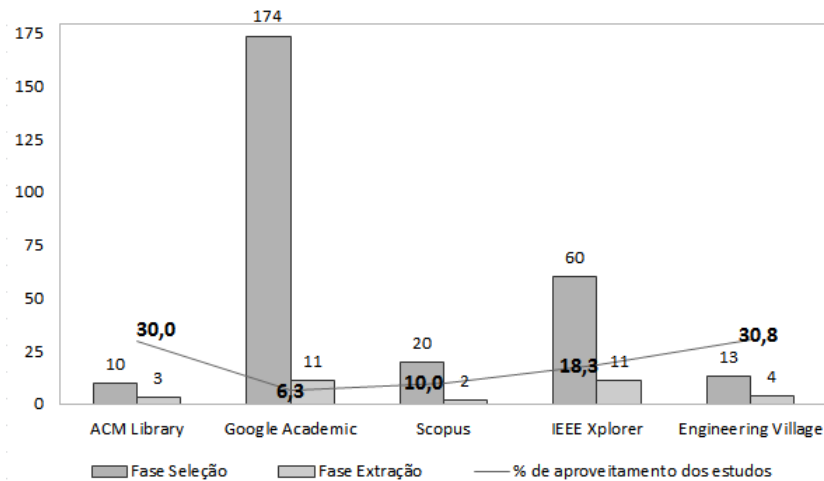


Figura 4.1: *Trabalhos classificados por fase e contribuição para revisão*

Na leitura do título, resumo e conclusão dos estudos e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, refinou-se 47 estudos que são potencialmente relevantes para responder as questões de pesquisa. Assim, 130 estudos foram rejeitados, sendo: 29 estudos que não estavam disponíveis para consulta na web; 52 são irrelevantes para pesquisa ou não respondem as questões de investigação definidas; 26 não correspondem a artigos, dissertações ou teses e; 23 não estavam na língua inglesa.

Embora não tenha delimitado um período de ano para realização das buscas, notamos uma grande diferença entre o primeiro estudo publicado e o último, 1996 e 2015 respectivamente. No entanto, percebemos que mais de 50% dos trabalhos foram publicados a partir do ano de definição do modelo TMMi, 2009.

Prosseguindo no processo definido, os estudos apontados com potenciais relevantes tiveram seu conteúdo total lido e analisado, extraindo dados que colaboram com as respostas às questões de pesquisa. Os conteúdos descritos nos estudos primários serviram como referência na abstração de dimensões para classificação dos mesmos. Foram definidas nove dimensões de classificação, que empenham na análise dos estudos e auxiliam nas contribuições quanto às questões de busca.

Com o objetivo de sintetizar a amostragem dos resultados obtidos, a Tabela 4.1 indica, sucintamente, os valores correspondentes às fases da revisão sistemática.

4.3 Análise de Evidências dos Estudos Primários

As evidências dos estudos primários serão classificadas por questão de pesquisa. A Subseção 4.3.1 traz as evidências quanto à Questão de Pesquisa 1. Na Subseção 4.3.2 são apresentadas as evidências com relação à Questão de Pesquisa 2.

Tabela 4.1: Síntese dos resultados da Revisão Sistemática

Fontes	Ret.	Seleção						Extração		
		Dup.	Rejeitados					Rel.	Rej.	Ac.
			E1	E2	E3	E4	E5			
ACM Library	10	1	0	3	1	1	1	3	0	3
Google Academic	174	40	13	42	26	17	23	23	11	12
Scopus	20	3	2	2	1	3	0	4	2	2
IEEE Xplorer	60	15	9	5	8	0	1	12	1	11
Engineering Village	13	2	1	3	1	0	0	6	2	4

Foram adicionados dez estudos a análise de evidências devido sua importância com relação à pesquisa. Os estudos estão na língua portuguesa, e podem ser referenciados por: Alves [2], Ochner [41] e [42], Camargo [8], Fabbri [17], Brito-Neto [19], Hohn [26], Cruz [11], Ricardo [46] e Helvinger [25].

4.3.1 Questão de Pesquisa: Quais aspectos são investigados com respeito aos modelos TMM e TMMi?

A leitura dos artigos aceitos na fase de extração inspirou a definição de uma classificação, quanto ao conteúdo dos estudos primários selecionados. Várias *dimensões de cobertura* foram descobertas e são pertinentes ao conteúdo dos estudos primários, visando a orientar a análise dos mesmos. Em termos de cardinalidade, uma dimensão refere-se a um aspecto abordado em um ou mais estudos (*perspectiva transversal*), e um estudo pode cobrir várias dimensões (*perspectiva longitudinal*).

Em síntese, uma classificação dos estudos foi construída com base nas dimensões cobertas por seus conteúdos. Foram abstraídas nove dimensões de cobertura, que estão identificadas e sucintamente descritas na Tabela 4.2.

Sobre o conteúdo da Tabela 4.2, observa-se a existência de três grupos, em que cada grupo possui as dimensões cuja identificação iniciam com os prefixos **Mod**, **Pro** e **Ava**, referindo-se, respectivamente, a: modelos de maturidade; processos de teste; e avaliação de maturidade de processos de teste.

As Tabelas 4.3, 4.4 e 4.5 apresentam uma associação dos estudos primários com as dimensões dos Grupos **Mod**, **Pro** e **Ava**, respectivamente. Se uma célula dessas tabelas possui o valor **X**, significa que o estudo primário aborda a dimensão de cobertura; caso contrário, não há associação entre o estudo primário e a dimensão.

A descrição e análise estendida das dimensões de cobertura são apresentadas a seguir, formando os estudos secundários que buscam responder à questão de pesquisa que intitula esta seção.

Tabela 4.2: *Dimensões de classificação de estudos*

Dimensão	Descrição Sucinta
Mod01	Proposição de novo modelo de maturidade de teste.
Mod02	Apresentação detalhamento dos modelos de maturidade de teste.
Mod03	Comparação e/ou abstração de melhoria dos modelos de maturidade de teste.
Pro01	Proposição de processo de teste.
Pro02	Abstração de melhoria e evolução em processos de teste.
Ava01	Proposição de instrumento para a avaliação de processo de teste.
Ava02	Avaliação de processo de teste, com emprego de instrumento explícito.
Ava03	Avaliação de processo de teste, sem empregar um instrumento explícito.
Ava04	Enumeração de dificuldades no processo de avaliação.

Dimensão Mod01 - Proposição de novo modelo de maturidade de teste, baseando-se em modelos da literatura.

A Dimensão **Mod01** refere-se à introdução de novos modelos de maturidade de teste, baseando-se em modelos existentes na literatura. Foram observadas motivações específicas em cada proposição, pois os modelos da literatura não cobriam as necessidades de ambientes tais como: sistemas de defesa críticos; uso heterogêneo de plataformas; sistemas embarcados; uso de automação de testes; e projetos *open-source*.

Outra motivação foi a carência de detalhamento quanto à execução das práticas propostas nos modelos de maturidade da literatura, pois deixava em aberto a maneira pela qual as práticas seriam alcançadas.

Dois aspectos importantes são o emprego de métricas para a avaliação do estado de um processo e, baseando-se nas medidas realizadas, a construção de nova ferramenta para descobrir as áreas do processo de teste que precisam de maior atenção para evolução.

Dimensão Mod02 - Apresentação dos modelos de maturidade de teste

A Dimensão **Mod02** refere-se ao detalhamento da estrutura dos modelos de maturidade de teste encontrados em literatura. Nesse sentido, os estudos primários abordaram os principais modelos relatados: TMMi (*Test Maturity Model integration*), TMM (*Test Maturity Model*), TPI (*Test Process Improvement*), TIM (*Test Improvement Model*) e MPT.BR (Melhoria de Processo de Teste Brasileiro).

As informações apresentadas sobre os modelos são: organização estrutural; distribuição dos níveis, áreas de processo, práticas e suas atividades relacionadas, papéis e responsabilidade; e diretrizes para avaliação de maturidade de processos de teste.

Tabela 4.3: *Estudos primários do grupo de cobertura Mod: Modelos Maturidade de Teste.*

Referência	Mod01	Mod02	Mod03
Burnstein 1996[6]	x	x	
He 2000[24]		x	
Ham 2001[23]	x	x	x
Jacobs 2001[32]	x		x
Jacobs 2002[31]	x	x	x
Rana 2005[45]		x	
Alves 2007[2]	x	x	x
Farooq 2007[18]			x
Ochner 2008 [41]		x	x
Ryu 2008[47]	x	x	x
Veenendaal 2008 [58]		x	
Kumar 2009 [36]		x	
Jung 2009[33]	x	x	x
Lee 2009 [37]	x	x	
Cruz 2010 [11]		x	
Cruz 2010 [12]		x	
Oliveira-junior 2010 [44]		x	
Ricardo 2010 [46]		x	
Steiner 2010 [52]		x	
Hongying 2011 [27]		x	
Camargo 2012 [8]		x	
Furtado 2012 [21]		x	
Höhn 2012 [26]		x	
Hwang 2012 [28]		x	
Abdou 2013 [1]	x	x	x
Brito-Neto 2013 [?]		x	
Camargo 2013 [9]		x	
Fabbri 2013 [17]		x	x
Maurya 2013 [38]		x	
Sudarsanam 2013 [59]		x	
Eldh 2014 [14]	x	x	x
Eshtiagh 2014 [16]		x	x

Dimensão Mod03 - Comparação e/ou abstração de melhoria dos modelos de maturidade de teste

Os estudos classificados na Dimensão **Mod03** apresentam uma análise comparativa entre modelos de maturidade de teste e/ou abstraem pontos de melhoria dos modelos.

As comparações entre modelos consideraram os seguintes elementos: estrutura do modelo; definição de níveis; documentação; detalhamento de objetivos e aspectos relacionados ao processo de avaliação.

Tabela 4.4: *Estudos primários do grupo de cobertura Pro: Processos de Teste.*

Referência	Pro01	Pro02
He 2000 [24]	x	
Helvinger 2008 [25]	x	
Ochner 2008 [41]	x	x
Ochner 2008[42]	x	x
Oh 2008 [43]		x
Sanz 2009 [48]	x	
Cruz 2010 [12]	x	
Ricardo 2010 [46]	x	
Hongying 2011 [27]		
Camargo 2012 [8]		x
Hwang 2012 [28]	x	
Camargo 2013 [9]		x

Sobre a abstração de pontos de melhoria, ressaltam-se as seguintes necessidades: acréscimo de detalhamento nas descrições das práticas do modelo TMM; e suporte à interpretação do objetivo das práticas das áreas de processo, por exemplo, pela introdução de um dicionário de termos.

Dimensão Pro01 - Proposição de processo de teste, utilizando como referencial os modelos de maturidade de teste da literatura.

A Dimensão **Pro01** reúne estudos primários relacionados à proposição de processos de teste, fundamentando-se nos modelos de maturidade em teste da literatura.

Utiliza-se a economia de esforços na execução das atividades previstas nos processos como diretriz fundamental. Os novos processos são apoiados por ferramentas de suporte às atividades de teste, por roteiros específicos para organizações com baixa ou nenhuma maturidade, por metodologias ágeis, e/ou por normas internacionais voltadas à aplicação dos modelos de maturidade.

Na proposição dos novos processos de teste há a busca pela adequação aos modelos de maturidade de teste, tal como o TMMi, e o acréscimo de métricas para análise e verificação da realização das atividades propostas pelos modelos de maturidade. Domínios específicos são abordados, tais como: processos de pequenas empresas; testes exploratórios; sistemas em saúde; e fábricas de testes.

Dimensão Pro02 - Proposição de melhoria e evolução em processos de teste.

A Dimensão **Pro02** envolve estudos primários que propõem metodologias e estratégias voltadas para a melhoria e a evolução de processos de teste empregados em organizações.

Tabela 4.5: *Estudos primários do grupo de cobertura Ava: Avaliação.*

Referência	Ava01	Ava02	Ava03	Ava04
Alves 2007 [2]	x	x		
Ochner 2008 [41]		x		x
Ochner 2008 [42]		x		x
Ryu 2008 [47]			x	
Jung 2009 [33]	x	x		
Lee 2009 [37]		x		
Cruz 2010 [11]		x		
Oliveira-junior 2010 [44]	x	x		
Tayamanon 2011 [53]	x			
Camargo 2012 [8]		x		
Furtado 2012 [21]	x			
Höhn 2012 [26]	x	x		x
Hwang 2012 [28]			x	
Abdou 2013 [1]	x	x		
Araújo 2013 [4]	x	x		x
Maurya 2013 [38]	x	x		
Eshtiagh 2014 [16]		x		

Essa melhoria/evolução requer um diagnóstico inicial pela avaliação das áreas de processo, aplicando-se um instrumento específico de modelo de maturidade.

Algumas técnicas empregadas são: levantar as principais atividades executadas em um processo de teste, associando-as às práticas descritas no TMMi; utilizar estatísticas na descoberta de áreas de processos prioritárias para as ações de melhoria; e aplicar as práticas das áreas de processo do TMM e as atividades do Scrum [49], conjuntamente, no contexto do modelo de melhoria IDEAL [39].

Há ainda a preocupação com o processo de teste de pequenas empresas, justificando-se pela carência de recursos para a dedicação exclusiva ao emprego do processo.

Dimensão Ava01 - Proposição de instrumento para a avaliação de processo de teste, específico a um modelo de maturidade de teste.

A Dimensão **Ava01** refere-se aos estudos primários que propõem instrumentos para a avaliação de processos de teste quanto à sua maturidade, tendo como referência um modelo de maturidade de teste.

Os instrumentos propostos auxiliam no processo de avaliação, consideração a alocação de tempo e recursos na realização da avaliação.

Utilizam questionários em planilha eletrônica ou em aplicação computacional, considerando a estrutura apresentada no modelo, trazendo os objetivos das práticas e o

escore de validação de aderência; e a busca pela automatização do processo de avaliação utilizando recursos computacionais.

Dimensão Ava02 - Avaliação de processo de teste, com emprego de instrumento explícito.

A Dimensão **Ava02** refere-se à avaliação de maturidade de processos de teste, pela aplicação explícita de instrumentos que são particulares a modelos de maturidade de teste.

Os estudos primários descrevem a estrutura e a forma de aplicação dos instrumentos. Nessa descrição, são ressaltados: procedimentos realizados no processo de avaliação, capacitação da equipe, modo de preenchimento dos campos de indicação de evidências e o cálculo do indicador final de maturidade.

As avaliações relatadas pelos estudos primários estão relacionadas aos modelos: TMM-e, TMM, MPT.Br e TMMi. Foi ainda relatada uma avaliação de processo pertinente a um modelo de maturidade específico a sistemas embarcados, denominado TPI-EI (*Test Process Improvement for Embedded software and Industrial characteristics*).

Os instrumentos empregados nas avaliações, em geral, seguem a estrutura dos modelos de maturidade de teste a que se referem, e adotam escores que refletem o cumprimento (parcial ou total) de práticas previstas nos modelos.

Dimensão Ava03 - Avaliação de processo de teste, sem empregar um instrumento explícito.

A Dimensão **Ava03** reúne estudos primários que lidam com avaliações de processo de teste para verificar a conformidade com os modelos de maturidade de teste, sem explicitar o instrumento empregado na avaliação.

Os estudos primários realizaram avaliações quanto aos níveis de maturidade do TMMi, no entanto, não apresentaram o roteiro de procedimentos e ferramentas utilizadas.

Foram ressaltadas as áreas de processo que necessitam de ação de melhoria, e comparados os resultados de empresas que possuem alguma maturidade certificada no CMM com os resultados daquelas sem essa certificação. Foi observado ainda que os processos das empresas que lidam com sistemas complexos ou críticos possuem uma maturidade maior que as demais empresas.

Dimensão Ava04 - Enumeração de dificuldades no processo de avaliação.

A Dimensão **Ava04** diz respeito às dificuldades encontradas em avaliações de processo de teste, abordando os procedimentos iniciais da avaliação (treinamento da

equipe envolvida na avaliação), preparação do ambiente que será avaliado e aplicação dos instrumentos de avaliação.

Os estudos primários apontaram algumas dificuldades na realização de avaliações de maturidade em organizações, tais como: limitação de tempo e recursos humanos para a avaliação propriamente dita; resistência da equipe na realização de rotinas de melhoria no processo de teste; e carência ou ausência de documentação que comprove a execução das práticas previstas pelos modelos.

Foram relatadas dificuldades no entendimento dos modelos TMM e TMMi: a leitura é complexa; os termos técnicos utilizados geram dúvidas; e o material complementar para interpretação dos objetivos e práticas é deficiente.

Sobre o TMMi, houve ainda a constatação do elevado custo (tempo) para um processo de teste alcançar o nível básico - Nível 2 (Gerenciado) - que ocorre, em média, a partir do segundo ano. Tal observação colabora com a desmotivação da equipe e impacta na geração de documentação das práticas.

Conclusões - Questão de Pesquisa 1

Os estudos selecionados na revisão sistemática fizeram uso de diversas abordagens quanto aos modelos de maturidade de teste. Diante disso, para classificar os estudos, agrupou-se em dimensões de conteúdo sendo: **Mod** - Modelo de Maturidade; **Pro** - Processo de teste; e **Ava** - Avaliação.

O grupo **Mod** reuniu os estudos lidaram exclusivamente com modelos de maturidade. Investigou-se o comportamento dos modelos de maturidade encontrados em literatura em aplicação de contextos específicos, o resultado motivou a proposição em novos modelos. A ausência do detalhamento da execução do modelo de maturidade também colaborou nas novas proposições.

O grupo **Pro** dispõem dos estudos que utilizaram modelos de maturidade para criação ou evolução de processos de testes. Os pontos de melhoria são os resultados do diagnóstico inicial com a aplicação das práticas previstas pelos modelos de maturidade. A preocupação da utilização destes modelos em pequenas organizações foi explorada, a carência de recursos é fator de impacto na definição/manutenção de processos nesse contexto.

O grupo **Ava** lida diretamente com avaliações de processo de teste quanto à maturidade. Alguns estudos apresentaram as características dos instrumentos empregados. As avaliações contribuíram na abstração de dificuldades constatadas nas avaliações, tais como: limitação de tempo e recursos humanos para a avaliação propriamente dita; resistência da equipe na realização de rotinas de melhoria no processo de teste; e carência ou ausência de documentação que comprove a execução das práticas previstas pelos modelos.

4.3.2 Questão de Pesquisa 2 (Q2): Quais instrumentos são aplicados para apoiar avaliações de processos de teste, quanto aos níveis de maturidade do TMM e TMMi?

A resposta à questão de pesquisa “Quais instrumentos são aplicados para apoiar à avaliação de processos de teste, quanto aos níveis de maturidade do TMM e TMMi?” possibilita conhecer os estudos que propõem e/ou manuseiam instrumentos de avaliação de maturidade de processos de teste em relação ao Modelo de Maturidade TMM e TMMi.

O termo Instrumento é entendido com o artefato destinado para coleta de dados e/ou perguntas apresentadas aos avaliadores, e onde são registradas as respostas. Como possíveis formas, exemplifica-se: o questionário, perfil do respondente, formulário de observações, etc.

Os estudos primários relevantes consideram aqueles provenientes das *dimensões de cobertura Ava01 e Ava02* da Tabela 4.2. Especificamente, 14 estudos primários propõem ou utilizam instrumentos de avaliação de maturidade de processos de teste.

Para a análise dos estudos foram definidas categorias que agrupam características dos instrumentos, ou seja, uma categoria é composta por várias características, que descrevem os instrumentos. As categorias são: **Identidade**; **Estrutura**; **Pessoas Envolvidas**; **Planejamento e Aplicação**; e **Análise dos Resultados**. A Tabela 4.6 possui uma descrição sucinta de cada uma das categorias.

Tabela 4.6: *Categorias dos estudos primários relacionados às avaliações*

Categorias	Descrição Sucinta
Identidade	Apresentar o instrumento, demonstrando minúcias quanto ao nome, objetivo, contexto de aplicação e cobertura do modelo de maturidade.
Estrutura	Detalhar a composição do instrumento, esboçando a hierarquia das questões, dados de entrada, pastas do instrumento e dependências entre perguntas.
Pessoas Envolvidas	Demonstrar informações quanto ao recurso humano utilizado no processo de avaliação.
Planejamento e Aplicação	Delinear as rotinas em relação à preparação e execução da aplicação do instrumento de avaliação.
Análise dos Resultados	Minuciar o processo de cômputo e indicador de aderência ao modelo de maturidade.

As próximas Subseções demonstram análise dos estudos primários na perspectiva de detalhamento das categorias.

Identidade dos Instrumentos

A Categoria **Identidade dos Instrumentos** reúne as características gerais dos instrumentos quanto ao modelo de maturidade, nível de cobertura, objetivo e contexto da aplicação. Os dados sobre essa categoria são apresentados na Tabela [4.7](#).

Tabela 4.7: Categoria - Identidade dos Instrumentos

Referência	P/A	Nome do Instrumento	Modelo de Maturidade	Níveis Avaliados	Contexto da Aplicação do Instrumento
Alves 2007[2]	P/A	TMM-e/AM	TMM-e	Níveis 2 e 3	Ambientes heterogêneos
Ochner 2008 e Ochner 2008 [41] e [42]	A	Checklist TMM	TMM	Níveis 2 e 3	Não especificado.
Jung 2009 [33]	P/A	Checklist	Emb-TPI	Todos os níveis	Sistemas embarcados
Lee 2009 [37]	P/A	Checklist	TPI-EI	Todos os níveis	Sistemas embarcados
Cruz 2010 [11]	A	Não especificado	MPT.BR	Nível 1	Pequenas empresas.
Oliveira-junior 2010 [44]	P/A	Não especificado	tmmi	Nível 2 e 3	Não especificado
Tayamanon 2011 [53]	P	TMM-AAT	TMM	Todos os níveis	Não especificado
Furtado 2012 [21]	P	Guia-Referência	MPT.BR	Todos os níveis	Não especificado
Höhn 2012 [26]	P/A	Kittool	TMMi	Todos os níveis	Não especificado
Abdou 2013 [1]	P/A	OSS-TPA	OSS-TPA	Todos os níveis	Projetos <i>Open-Source</i>
Araújo 2013 [4]	P/A	Não especificado	TMMi	Todos os níveis	Pequenas e médias empresas
Maurya 2013 [38]	P/A	Não especificado	TMMi	Todos os níveis	Não especificado
Eshtiagh 2014 [16]	A	TMM-AM	TMM	Nível 2	Grande empresa

A Coluna **P/A** indica a abrangência do estudo quanto à proposição e à aplicação do instrumento: o valor *P/A* indica que o estudo propõe e aplica o instrumento; o valor *P* indica que o estudo é restrito à proposição do instrumento; o valor *A* indica que o estudo é restrito à aplicação do instrumento. Nota-se que apenas dois estudos primários que propõem instrumentos, não realizam sua aplicação: Tayamanon [53] e Furtado [21].

A Coluna **Nome do Instrumento** indica os nomes concedidos aos instrumentos demonstrados no conteúdo dos estudos primários. Diversos trabalhos associaram os sinônimos da palavra "avaliação" ao modelo de maturidade na criação do nome dos instrumentos, tais como: TMM-e/AM (*Assessment Method*), Emb-TPI (*Test Process Improvement*) e TMM-AAP (*Appraisal Assistant Tool*). O estudo de Höhn [26] denominou KITTool (*Knowledge and Improvement on Test - Tool*).

Nota-se uma diversidade de modelos de maturidade utilizados como o referencial para criação dos instrumentos, como: TMM-e (*Test Maturity Model environment*), TMM (*Test Maturity Model*), TMMi (*Test Maturity Model integration*), Emb-TPI (*Embedded Test Process Improvement Model*), MPT.BR (*Melhoria de Processo de Teste Brasileiro*) e OSSTP (*Open Source Software Test Process*). A correlação do estudo primário e o modelo de maturidade na Coluna **Modelo de Maturidade**.

Em geral, os instrumentos objetivam avaliar os níveis dos modelos de maturidade de teste que foram empregados como padrão. Os estudos primários diferem quanto à cobertura dos níveis dos modelos, como pode-se observar os trabalhos de Alves [2], Ochner [41], Ochner[42], Cruz [11], Oliveira-Junior [44] e Eshtiagh [16], estes consideram apenas os níveis iniciais dos modelos, poupando esforços da equipe pela execução do processo e criação de evidências. A Coluna **Níveis Avaliados** traz os demais estudos e os níveis de maturidade atendidos pelos instrumentos de avaliação.

Os diversos ambientes que envolvidos nas aplicações foram demonstradas na Coluna **Contexto da Aplicação do Instrumento**. Os estudos primários abordam contextos exclusivos, tais como: ambientes que utilizam várias plataformas (ambiente heterogêneo) Alves [2], sistemas embarcados Jung [33] e Lee [37] e projetos *open-source* Abdou [1]. Os demais estudos primários da Tabela 4.7 não limitam o ambiente de aplicação.

Estrutura dos Instrumentos

A Categoria **Estrutura dos Instrumentos** agrupa detalhamento da composição do instrumento, como: hierarquia de avaliação, dados de entrada, pastas, informações de apoio e dependência entre perguntas. Os dados sobre a estrutura dos instrumentos são mostrados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8: Categoria - Estrutura dos Instrumentos

Referência e Nome Instrumento	N	AP	O	PE	PG	SP	R	E	G	A	Pastas do Instrumento	Informações de Apoio	Dependência entre Questões
Alves 2007 [2] TMM-e/AM	X	X	X				X				Questionário de avaliação	Dados do processo em relação à pergunta	Não há.
Ochner 2008[41] e Ochner 2008[42] Checklist-TMM	X	X			X	X	X			X	Não há.	Não há.	Não há.
Jung 2009[33] Checklist	X			X			X		X		Glossário de termos e sinônimos.	Não há.	Não há.
Lee 2009[37] Checklist	X			X			X				Dados do entrevistado; Questionário de Avaliação; Comentário do auditor: Dados do projeto; Glossário;	Glossário de termos e sinônimos.	Não há.
Cruz 2010[11] Não especificado	X	X	X	X	X		X	X	X	X	Questionário de Avaliação	Não há.	Não há.

Oliveira-Junior 2010[44] Não especificado	X	X		X			X	X			Dados do respondente; Perfil de conhecimento profissional e teste de software; Questionário de avaliação;	Não há.	Não há.
Tayamanon 2011[53] TMM-AAT	X	X	X	X			X	X	X		Questionário de Avaliação	Não há.	Não há.
Furtado 2012[21] Guia-Referência	X	X	X	X	X		X	X	X		Questionário de Avaliação	Não há.	Não há.
Höhn 2012[26] KITTool	X	X	X	X	X		X				Dados do Projeto; Questionário de Avaliação	Exemplos de evidências	Dependência de alinhamento e dependência necessária.
Abdou 2013[1] OSS-TPA					X		X				Não especificado.	Não há.	Não há.
Araújo 2013[4] Não especificado	X	X	X	X	X	X	X	X			Questionário de Avaliação; Resultado da Avaliação; Dependências das perguntas.	Exemplos de evidências.	Dependência de alinhamento.

Maurya 2013[38] Não especificado	X	X	X				X			Dados da organização; Dados do Projeto; Da- dos do Respondente; Perguntas	Critério de aceitação das práticas.	Não há.
Eshtiagh 2014[16]	X	X	X				X	X		Dados do Respondente; Questionário de Avalia- ção.	Não há.	Não há.

As Colunas **N** (Nível), **AP** (Área de Processo), **O** (Objetivo), **PE** (Prática Específica), **PG** (Prática Genérica) e **SP** (Subprática) elicitam a hierarquia na qual ocorre a avaliação. Assim permite que haja uma estrutura em níveis, em que a avaliação de um nível é obtida a partir da avaliação dos seus níveis subordinados. Podemos interpretar como uma estrutura em árvore, onde os nós-folha são as perguntas do questionário; um nó-pai contém o agrupamento de nós-folha; sucessivamente até alcançar o nó raiz, que representa o nível de maturidade do processo em avaliação.

As colunas **R**, **E**, **G** e **A**, representam respectivamente, Respostas, Evidências, Glossário e Anexos. Elas correspondem à apreciação dos dados fornecidos pelos respondentes, São exemplos de respostas: "Sim", "Não", "Não Aplica", "Não Consta" ou "Não sei" Alves [2], Ochner [41], Ochner [42], Oliveira-Junior [44], Tayamanon [53], Araújo [4] Eshtiagh [16]; "Sim" ou "Não" Jung [33], Lee [37], Cruz [11] e Tayamanon [53]; escala numérica ou percentual Höhn [26] e Maurya [38].

A apresentação de alguns instrumentos é organizada em pastas, tais como: dados do respondente e dos projetos em avaliação; nível de conhecimento dos respondentes com relação a testes; resultado da avaliação; entre outros. Esse conteúdo está indicado na Coluna **Pastas do Instrumento**.

O conteúdo da Coluna **Informações de Apoio** refere-se a informações adicionais, com o intuito de auxiliar no entendimento da pergunta do instrumento. Algumas informações de apoio são: exemplos de artefatos de trabalho que são evidência da execução da prática Araújo [4]; glossário de termos e sinônimos Jung [33]; exemplo de artefato e dependência entre questões Höhn [26]; comentário de associação entre pergunta e a rotina da organização Alves [2] e; critério de aceitação a prática Maurya [38].

Os estudos primários realçam a necessidade de coordenação entre as perguntas do instrumento, com o propósito de obter consistência entre as suas respostas. O quesito é tratado pela relação de dependência entre as questões, e são demonstrados na Coluna **Dependência entre questões**. Os estudos de Höhn [26] e Araújo [4] apresentam dois tipos de dependência: (i) dependência de alinhamento, quando os produtos das práticas devem estar coerentes e consistentes entre si, ou seja não podem ser contraditórios; (ii) dependência necessária, uma prática só deve ser implantada após outra prática.

Pessoas envolvidas na Avaliação

A Categoria **Pessoas envolvidas** reúne detalhes quanto aos recursos humanos envolvidos na realização da avaliação. Na Tabela 4.9 temos informações sobre: a equipe de apoio, os respondentes e os auditores das avaliações.

Os instrumentos propõem uma equipe responsável pela preparação, aplicação e suporte à avaliação, a qual é denominada *equipe de apoio*. A Coluna **Há equipe de**

Apoio? indica se a equipe de apoio, caso exista, é composta de profissionais internos ou externos à organização.

Os profissionais da equipe de apoio em geral possuem amplo conhecimento e experiência na área de testes. É indispensável o entendimento do modelo de maturidade de teste escolhido como referencial para a avaliação, conforme indicado por Ochner [41], Ochner [42], Jung [33], Lee [37], Tayamanon [53], Höhn [26] e Maurya [38]. A Coluna **Perfil da equipe de apoio** detalha as competências da equipe de apoio.

Os estudos primários descrevem o vínculo do respondente e a organização avaliada. Em grande maioria, aloca-se um ou mais membros da equipe de teste para realizar o preenchimento do instrumento, devido à necessidade de experiência em testes e conhecimento do processo em avaliação. Em Ochner [41], Ochner [42], Tayamanon [53], Abdou [1] e Maurya [38], não há indicação da necessidade do profissional ter amplo conhecimento em teste. Furtado [21] sugere que o respondente não tenha participação direta com o projeto que está utilizando o processo em avaliação. Os detalhes quanto aos perfis dos respondentes com relação à organização são apresentados na Coluna **Perfil Organizacional dos Respondentes**.

A Coluna **Papel do Auditor da Avaliação** apresenta as atividades realizadas após a aplicação do instrumento de avaliação. O auditor possui conhecimento quanto ao modelo de maturidade e à rotina do processo em avaliação. São exemplos de atividades: verificar a veracidade das respostas e evidências associadas às questões Jung [33], Lee [37], Cruz [11], Tayamanon [53], Furtado [21] e Höhn [26]; solucionar as inconformidades quanto ao preenchimento de perguntas que possuem dependências entre si Araújo [4] e Maurya 2013[38].

Tabela 4.9: *Categoria Pessoas Envolvidas*

Referência	Há Equipe de Apoio?	Perfil da Equipe de Apoio	Perfil Organizacional dos Respondentes	Papel do Auditor da Avaliação
Alves 2007[2]	Não especificado.	Conhecimento em teste.	Membro da equipe de teste.	Não especificado.
Ochner 2008[41] e Ochner 2008[42]	Equipe interna.	Conhecimento em teste, qualidade e modelos de melhoria de processos.	Membros da organização	Verificar evidências e respostas dadas.
Jung 2009[33]	Equipe interna.	Conhecimento em teste e do modelo de maturidade.	Membro da equipe de teste.	Verificar evidências.
Lee 2009[37]	Equipe interna.	Conhecimento em teste e do modelo de maturidade.	Membro da equipe de teste.	Verificar evidências.
Cruz 2010[11]	Não especificado.	Não especificado.	Membro da equipe de testes	Verificar evidências.
Oliveira-Junior 2010[44]	Não especificado.	Não especificado.	Membro da equipe de teste.	Não especificado.
Tayamanon 2011[53]	Não especificado.	Conhecimento em teste e do modelo de maturidade.	Membro da organização.	Verificar evidências.
Furtado 2012[21]	Equipe externa.	Auditor credenciado ao MPT.BR.	Membro da organização sem participação no projeto em avaliação.	Verificar evidências.

Höhn 2012[26]	Equipe interna.	Conhecimento em teste e do modelo de maturidade.	Membro da empresa com conhecimento da rotina de testes.	Verificar evidências.
Abdou 2013[1]	Não especificado.	Não especificado.	Membro da organização.	Não especificado.
Araújo 2013[4]	Não especificado.	Não especificado.	Membro da equipe de teste.	Verificar evidências e solucionar inconformidade entre respostas das perguntas dependentes entre si.
Maurya 2013[38]	Equipe externa.	Conhecimento do modelo de maturidade.	Membro da organização.	Verificar evidências e solucionar inconformidade entre respostas das perguntas dependentes entre si.
Eshtiagh 2014[16]	Não especificado.	Não especificado.	Membro da organização.	Não especificado.

Planejamento e Aplicação do Instrumento

Na Tabela 4.10 é representada a Categoria **Planejamento e Aplicação do Instrumento**, que explora as atividades quanto à preparação e a realização da avaliação, tais como: automação do instrumento; treinamento sobre o modelo de maturidade e a utilização do instrumento; participação da equipe de apoio; informações de apoio quanto ao preenchimento do instrumento; e modo de participação do respondente.

A automação do instrumento de avaliação é indicada na Coluna **Automação do Instrumento**, havendo duas possibilidades: planilha eletrônica ou programa específico. Apenas três estudos primários relatam a aplicação do instrumento por programa específico: Tayamanon [53], Höhn [26] e Maurya [38], os demais estudos apresentam o instrumento de avaliação em formato de planilha eletrônica.

Os estudos primários de Alves [2], Oliveira-Junior 2010[44], Tayamanon [53] e Furtado [21] propõem, como primeira atividade, a definição de um cronograma com todas as tarefas que serão realizadas no processo de avaliação. É delegado à um membro da equipe de apoio o planejamento e definição do cronograma, que deve considerar as limitações e compromissos de todos os envolvidos na avaliação. Na Coluna **Definição de Cronograma** são indicados os estudos primários dos instrumentos que preveem a definição de um cronograma.

As Colunas **Treinamento do Modelo** e **Treinamento do Instrumento** relacionam os colaboradores que participam de uma capacitação quanto ao modelo de maturidade e ao instrumento aplicado na avaliação. A atividade possui finalidade de sanar dúvidas e evitar equívocos quanto ao entendimento e preenchimento do instrumento.

Há estudos primários que indicam a formação de uma equipe para gerir a avaliação e tratar as dúvidas dos respondentes no momento da aplicação do questionário. Essa característica é elencada na Coluna **Participação da Equipe de Apoio na Aplicação**. Os estudos primários de Alves [2], Tayamanon [53] e Furtado [21] indicam responsabilidade à equipe de apoio desde a definição do cronograma de avaliação, focando no apoio direto ao respondente.

O preenchimento dos instrumentos de avaliação é concedido por dois tipos de entrevistas: presencial e não presencial. Os estudos Alves [2] e Oliveira-Junior [44] permitem a realização de entrevista não presencial, ou seja, a equipe de apoio envia o questionário para o respondente e determina um prazo para preenchimento. Em seguida, o respondente retorna o instrumento preenchido para análise dos resultados. Esse tipo de entrevista não permite o envolvimento direto do respondente e a equipe de apoio. A Coluna **Tipo de Participação dos Respondentes** aponta os tipos de entrevista em cada estudo primário.

Os instrumentos de avaliação possuem conjuntos de opções para preenchimento das perguntas, para apoiar a escolha das opções, é demonstrado um pequeno texto que

traz a interpretação do valor de associação às perguntas. São expressas as proporções de esforços correspondente a cada opção de resposta do questionário. A Coluna **Legenda das Respostas** aponta os instrumentos que apresentam esse auxílio.

Tabela 4.10: *Categoria Planejamento e Aplicação do Instrumento*

Referência e Nome Instrumento	Automação do Instrumento	Definição de Cronograma	Treinamento do Modelo	Treinamento do Instrumento	Participação da Equipe de Apoio na Aplicação	Tipo de participação dos Respondentes	Exibição de Legendas das Respostas
Alves 2007[2] TMM-e/AM	Planilha Eletrônica.	Sim.	Equipe de apoio.	Não.	Sim.	Presencial ou não presencial.	Não.
Ochner 2008[41] e Ochner 2008[42]	Planilha Eletrônica.	Sim.	Não especificado.	Não.	Não.	Presencial.	Não.
Jung 2009[33] Checklist	Planilha Eletrônica.	Não.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Não.
Lee 2009[37] Checklist	Planilha Eletrônica.	Não.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Não.
Cruz 2010[11] Não especificado.	Planilha Eletrônica	Não.	Não.	Não.	Não.	Presencial.	Não.
Oliveira-Junior 2010[44] Não especificado	Planilha Eletrônica.	Sim	Não especificado.	Não especificado.	Não.	Não presencial.	Não.

Tayamanon 2011[53] TMM-AAT	Aplicação	Sim.	Equipe de apoio e respondentes	Equipe de apoio e respondentes	Sim.	Presencial.	Sim.
Furtado 2012[21] Guia-Referência	Planilha Eletrônica.	Sim.	Equipe de apoio e respondentes	Equipe de apoio e respondentes	Sim.	Presencial.	Não.
Höhn 2012[26] KITTool	Aplicação	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Sim.	Presencial.	Sim.
Abdou 2013[1] OSS-TPA	Planilha Eletrônica.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.
Araújo 2013[4] Não especificado	Planilha Eletrônica.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Presencial.	Sim.
Maurya 2013[38] Não especificado	Aplicação.	Não especificado.	Não especificado.	Não especificado.	Sim.	Presencial.	Sim.
Eshtiagh 2014[16] Não especificado	Planilha Eletrônica.	Não especificado.	Respondentes.	Respondentes.	Não.	Presencial.	Não.

Análise dos Resultados da Avaliação

A Categoria **Análise dos Resultados** especifica o processo de compilação das respostas obtidas na aplicação dos instrumentos de avaliação. A Tabela 4.11 determina as características apresentadas nos estudos primários, abordando a geração do indicador de maturidade, resultados da avaliação e a comunicação do resultado aos interessados.

As exposições dos resultados das avaliações aplicadas nos estudos primários são dadas por diversos modelos, conforme Coluna **Exibição de Resultados**. Em geral, os estudos primários demonstram o resultado em aspecto menos detalhado, ou seja, em visão de nível ou na camada inferior ao nível. O grau de satisfação é expresso em "Satisfeito" ou "Não Satisfeito", não é especificado a indicação da porcentagem correspondente. A existência de automação na geração dos resultados ou a falta dela, é relacionada na Coluna **Geração de Resultados**.

Os estudos primários não oferecem uma padronização na indicação da porcentagem mínima a ser atingida na obtenção da satisfação do nível ou divisão mais detalhada, como pode-se observar na Coluna **Métricas para Satisfação do Nível**. Os estudos de Araújo [4] e Maurya [38] estabelecem a mesma métrica na obtenção de satisfação do nível quanto a maturidade e lidam com o modelo de maturidade TMMi. O estudo de Oliveira-Junior [44] trabalha com a avaliação de maturidade do TMMi e dispõem a métrica apresentada no documento complementar do modelo, TAMAR (*TMMi Assessment Method Application Requirements*).

Um dos produtos da avaliação é a indicação de pontos que necessitam de melhoria na obtenção de maturidade. Alguns estudos primários delimitam um conjunto de questões não obteve resultado satisfatório, apoiando a realização de ações de melhoria nas atividades afim de atingir a meta. A necessidade de melhoria é apresentada na camada mais detalhada representada na avaliação nos estudos: Ochner [41], Ochner [42], Jung [33], Lee [37], Tayamanon [53], Furtado [21], Höhn [26], Araújo [4] e Maurya [38]. Os demais estudos primários realçados na Tabela 4.11 não especificam ou não apresentam esta opção no instrumento de avaliação ou em relatórios de avaliação, conforme a Coluna **Indicação de Pontos de Melhoria**.

Tabela 4.11: *Categoria Análise de Resultados da Avaliação*

Referência e Nome do Instrumento	Geração de Resultados	Exibição de Resultados	Métricas para Satisfação do Nível	Indicação de Pontos de Melhoria
Alves 2007[2] TMM-e/AM	Automática.	Porcentagem e grau de satisfação das práticas e/ou objetivos.	75% dos objetivos genéricos e dimensões de apoio satisfeitos.	Não.
Ochner 2008[41] e Ochner 2008[42]	Automático	Grau de satisfação dos objetivos e nível.	70% dos objetivos satisfeitos.	Áreas de processo.
Jung 2009[33] Checklist	Não especificado.	Gráfico com a satisfação das práticas.	50% das práticas forem satisfeitas.	Práticas não satisfeitas.
Lee 2009[37] Checklist	Não especificado.	Gráfico com a satisfação das práticas.	50% das práticas forem satisfeitas.	Práticas não satisfeitas.
Cruz 2010[11] Não especificado	Manual.	Relatório de Avaliação: satisfação das áreas de processo.	85% das práticas forem satisfeitas.	Não especificado.
Oliveira-Junior 2010[44] Não especificado	Manual.	Não especificado.	85% das práticas forem satisfeitas.	Não.
Tayamanon 2011[53] TMM-AAT	Automática.	Relatório de Avaliação: nível atingido e sugestão de melhoria.	50% dos objetivos forem satisfeitos	Objetivos não satisfeitos.

Furtado 2012[21] Guia-Referência	Não especificado.	Relatório de Avaliação: satisfação das áreas de processo.	85% das práticas forem satisfeitas.	Práticas não satisfeitas.
Höhn 2012[26] KITTool	Automática.	Grau de satisfação dos objetivos e/ou práticas; Gráfico radar e/ou pilha.	75% das áreas de processo forem satisfeitas.	Práticas e/ou objetivos não satisfeitos.
Abdou 2013[1] OSS-TPA	Não especificado.	Gráfico com a satisfação das métricas.	Não especificado.	Não especificado.
Araújo 2013[4] Não especificado	Automática.	Grau de satisfação das metas, áreas de processo e nível.	Todas áreas de processo com mais de 50% de objetivos executados.	Metas e áreas de processo não satisfeitas.
Maurya 2013[38] Não especificado	Automática.	Gráfico com áreas de processo avaliadas.	Todas áreas de processo com mais de 50% de objetivos executados.	Objetivos não satisfeitos.
Eshtiagh 2014[16] Não especificado	Automática.	Grau de satisfação e gráfico dos resultados das áreas de processo e nível.	Todas áreas de processo com mais de 50% de objetivos executados.	Não especificado.

4.4 Considerações Finais

Foi realizada uma revisão sistemática de literatura, segundo a metodologia proposta por Kitchenham[34][35], e buscou relacionar e explorar, em maior quantidade, os estudos primários importantes e conhecidos na área de modelos de maturidade de teste, especificamente aos Modelos *Test Maturity Model* (TMM) e *Test Maturity Model integration* (TMMi).

Com a aplicação em seis fontes de busca, 285 estudos foram inicialmente selecionados, resultando, ao final, em 48 estudos que colaboram com as questões de pesquisa: (Q1) quais aspectos são investigados na literatura com respeito aos modelos TMM e TMMi?, e (Q2) quais instrumentos (ou *frameworks*) são aplicados para apoiar à avaliação de processos de teste, quanto aos níveis de maturidade do TMM e TMMi?

Os estudos aceitos na extração inspiraram na definição de nove dimensões de cobertura, conforme o foco da investigação dos modelos de maturidade nos estudos. As dimensões foram divididas em três grupos de classificação: Modelo, Processo e Avaliação. Os estudos analisados foram indicados como as contribuições para a Questão de Pesquisa 1.

As contribuições da Questão de Pesquisa 2 foram refinadas aos estudos do grupo Avaliação. Os estudos pertencentes ao grupo lidam com instrumentos de avaliação, o principal objetivo da revisão sistemática. Os estudos foram explorados focando nas evidências quanto à: Identidade, objetivo, contexto e modelo de maturidade; Estrutura, disposição da hierarquia de questões; Pessoas Envolvidas, recursos humanos que participam do processo de avaliação; Planejamento e Aplicação; e Análise dos Resultados, método de cômputo de resultados e apresentação dos mesmos.

As evidências coletadas são os pilares para definição de um processo de avaliação quanto ao nível 2 do TMMi, focando à Pequenas Empresas. Visando viabilizar a auto-avaliação dos processos de teste de forma simples e sem altos custos para organização. As particularidades do processo de avaliação proposto serão apresentadas no próximo capítulo.

Avaliação de Processos de Teste em Pequenas e Médias Empresas

5.1 Introdução

A realização da revisão sistemática objetivou conhecer e apropriar-se dos instrumentos de avaliação disponíveis na literatura com relação aos modelos de maturidade de teste.

A revisão identificou 14 estudos primários que trabalham com avaliações, esses estudos realizam a proposição e/ou aplicação de instrumentos quanto aos níveis de modelos de maturidade de teste. Os estudos relataram a utilização de diversos modelos como referência, tais como: TMM-e (*Test Maturity Model environment*), TMM (*Test Maturity Model*), TMMi (*Test Maturity Model integration*), MPT.BR (*Melhoria de Processo de Teste Brasileiro*).

Na análise dos estudos primários, foram abstraídas cinco categorias, cada categoria agrupa diversas características que descrevem os instrumentos. As categorias são: **Identidade**, apresentar o instrumento, indicando o nome, objetivo, contexto da aplicação e cobertura do modelo de maturidade; **Estrutura**, detalhar a composição do instrumento quanto à hierarquia das questões, dados de entrada, pastas do instrumento e dependência das questões; **Pessoas Envolvidas**, indicar as informações com relação aos recursos humanos envolvidos na preparação e aplicação da avaliação; **Planejamento e Aplicação**, relacionar as atividades associadas à preparação e aplicação do instrumento; e **Análise dos Resultados**, detalhar o cômputo e indicador de aderência ao modelo de maturidade.

Uma constatação é que o TMMi é pouco explorado pelas empresas no contexto nacional. Ao decidir pela avaliação formal, a organização deve identificar uma empresa certificadora, que possua vínculo com a *TMMi Foundation*, para iniciar o planejamento de uma avaliação. No Brasil apenas uma empresa faz o papel de certificadora, e poucas são as organizações que procuram esse tipo de certificação devido ao custo e às exigências inerentes [10].

Na realidade das pequenas, o elevado custo da certificação e a escassez de recursos inviabilizam a contratação de certificadoras para análise de seus processos de teste. O mercado dedicado ao desenvolvimento, produção e distribuição de software e de prestação de serviços correspondem a cerca de 8.520 empresas. Vale ressaltar que 2.117 atuam no desenvolvimento e produção de software, e aproximadamente 62,3% são indicadas como Pequenas ou Médias empresas [13]. Classificamos o porte da organização conforme a quantidade de funcionários, para pequena empresa considerou-se 50 colaboradores.

A escolha do TMMi como o modelo de maturidade para a avaliação de processos de teste nesta pesquisa foi motivada por: (i) a importância e a aceitação mundiais do TMMi na avaliação de processos de teste [56]; (ii) a baixa taxa de procura pelas empresas nacionais, pois apenas duas obtiveram certificação no modelo [20]; e (iii) o custo elevado da avaliação se aplicado à realidade das empresas.

Conforme ressaltado no Capítulo 2, na realização das avaliações de maturidade do modelo TMMi, é utilizado como referencial o documento TAMAR (*TMMi Assessment Method Application Requirements*). O documento define os requisitos mínimos obrigatórios na realização dos dois tipos de avaliações de nível de maturidade: Formal e Informal. Os requisitos abordados no TAMAR referem-se à contratação da avaliação, planejamento, aplicação, cômputo e relatório de resultados.

A *TMMi Foundation* não fornece um instrumento que permite realizar a avaliação dos processos de teste com relação ao modelo TMMi, no entanto, é disponibilizado o TAMAR. A ausência de um instrumento de avaliação oficial motivou a revisão sistemática.

A análise dos instrumentos encontrados, permitiu limitar lacunas para melhoria do método e/ou artefatos das avaliações. Observou que: (i) os instrumentos não seguem as orientações do TAMAR; (ii) há dificuldades documentadas na aplicação dos instrumentos existentes, sobretudo sobre o entendimento das práticas pelos respondentes; (iii) o instrumento para o contexto de pequenas empresas aborda todos os níveis do modelo TMMi, o que difere à realidade das empresas.

Nesta pesquisa a proposição de um instrumento capaz de avaliar a aderência ao TMMi no contexto de pequenas e médias empresas irá considerar: (i) as contribuições dos instrumentos existentes, conforme apresentadas pelos estudos primários que os descrevem e os aplicam; e (ii) as orientações fornecidas pelo TAMAR para avaliações informais.

Na Seção 5.2 é apresentado o processo de avaliação e as atividades envolvidas no planejamento, aplicação e geração do resultado da avaliação. A Seção 5.3 apresenta as propriedades que descrevem o instrumento de avaliação proposto. Na Seção 5.5 as propriedades do instrumento proposto são associadas aos instrumentos identificados na revisão sistemática. E a Seção 5.6 trata as considerações finais.

5.2 Processo de Avaliação Proposto

O TAMAR orienta a realização da avaliação em quatro etapas: **Planejar, Gerenciar Dados, Classificar e Reportar Resultado e Saídas**.

O **Planejar** prevê a criação e distribuição do *Plano de Avaliação*, com o objetivo de registrar as informações da avaliação. Compõem o plano: proposta, escopo, restrições e método quanto à avaliação; as competências dos avaliadores; cronograma e horário das atividades; recursos (humanos e físicos); responsabilidades; e critério de sucesso.

O **Gerenciar Dados** consiste em atividades relacionadas ao armazenamento e validação das evidências e informações coletadas na avaliação, prezando a confidencialidade.

O **Classificar** visa atribuir as métricas de satisfação de nível e o método de obter o resultado final da avaliação. Aplicam-se as métricas nos dados coletados e obtém o resultado da avaliação.

O resultado da avaliação é apresentado em relatório específico, denominado *Relatório de Saída da Avaliação* na etapa **Reportar Resultado e Saídas**. O relatório indica: os artefatos coletados e produzidos; método de avaliação; métricas; detalhamento da satisfação do nível; e indicação de melhorias.

O TAMAR prevê dois tipos de avaliações: Formal e Informal. A avaliação formal exige o cumprimento de todos os itens descritos no TAMAR além de possuir um alto grau de rigor e corroboração. Nesse tipo é necessário que a equipe de avaliação tenha um assessor credenciado ao TMMI. Ao final os dados e evidências coletados são enviados à Fundação TMMi para análise de viabilidade e confirmação das práticas específicas e genéricas, a fim de buscar o certificado internacional de maturidade em teste de software.

A avaliação informal não possui o rigor exigido quanto à avaliação formal. Nesta, é garantido uma verificação rápida de maturidade ocasionado uma visão indicativa do nível da organização. Para realização, não é necessário o envolvimento de um assessor credenciado ao TMMi, o conhecimento das práticas, subpráticas e sua aplicabilidade são suficientes. Ao final é possível indicar a maturidade da organização, porém este não é reconhecido como certificação em maturidade de teste pelo TMMi.

A presente proposta segue a modalidade de avaliação informal do TAMAR, visando simplificar a avaliação em si e aproximar das pequenas empresas a auto verificação de seus processos de teste.

A definição das etapas previstas para o processo de avaliação proposto realizou-se pela análise das categorias de características dos estudos primários e das etapas do TAMAR.

A Figura 5.1 apresenta o fluxo das atividades do processo de avaliação proposto: as raias indicam as etapas; cada etapa possui um conjunto de atividades; as setas repre-

sentam o fluxo entre as atividades; os documentos são os artefatos entregáveis; os círculos esquerdo e direito indicam, respectivamente, o início e o término do processo.

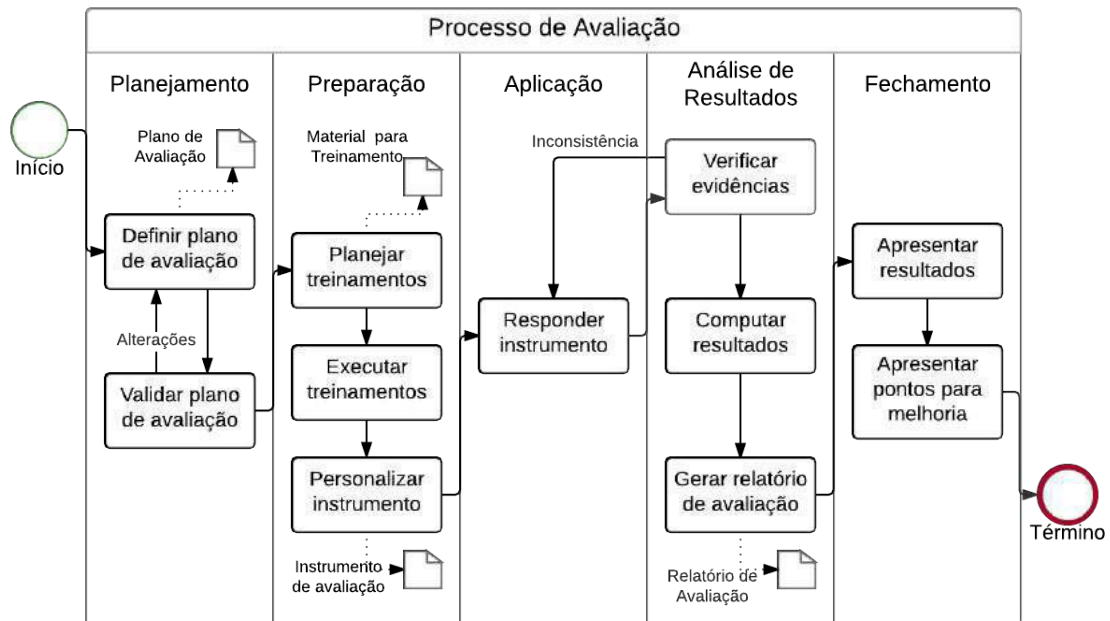


Figura 5.1: Processo proposto para a Avaliação de Maturidade, em conformidade com o TAMAR. Fonte: o autor.

A relação entre as etapas e os entregáveis do TAMAR e o processo proposto podem ser observadas na Tabela 5.1.

O TAMAR orienta que tenha os entregáveis, *Plano de Avaliação* e *Relatório de Saída da Avaliação*. Os artefatos devem, obrigatoriamente, conter:

- Plano de Avaliação:
 - *Propósito*: motivação da realização da avaliação e um breve guia do modelo;
 - *Escopo*: indicação do tipo de avaliação, sua cobertura em relação aos níveis do modelo e as áreas que serão avaliadas;
 - *Método de avaliação*: explanação dos procedimentos envolvidos no processo de avaliação;
 - *Atividades, responsabilidades e capacidades*: descrição das tarefas com a associação dos responsáveis e as habilidades esperadas na função;
 - *Recursos*: lista de recursos necessários para realização da avaliação, inclui maquinário, ambiente e recursos humanos;
 - *Cronograma*: lista das atividades desde o início da avaliação, datas e envolvidos;
 - *Critério de sucesso*: condições que são necessárias para que avaliação seja dada como satisfatória.

- Relatório de Saída da Avaliação:
 - Data da realização da avaliação, incluindo a apresentação dos resultados;
 - *Lista de entradas*: artefatos utilizados no processo de avaliação, tais como material de apoio, instrumento de avaliação, evidências coletadas e método de armazenamento dos mesmos;
 - *Método de avaliação*: indicação do tipo de avaliação e os procedimentos e atividades envolvidas no processo de avaliação;
 - *Método de cômputo*: métrica utilizada para indicar de satisfação do nível e os demais itens da hierarquia do modelo;
 - *Resultados*: detalhamento do resultado obtido na avaliação.

Os entregáveis previstos no processo de avaliação, *Plano de Avaliação e Relatório de Avaliação*, estão alinhados aos artefatos esboçados no TAMAR, *Plano de Avaliação e Relatório de Saída da Avaliação*. Os artefatos do processo proposto podem ser visualizados nos Anexos [A](#) e [C](#).

TAMAR		Processo de Avaliação Proposto	
Fases	Artefatos	Fases	Artefatos
Planejar	Plano de Avaliação	Planejamento e Preparação	Plano de Avaliação
Gerenciar de Dados	Não há	Aplicação e Verificar evidências	Não há
Classificar	Relatório de Saída da Avaliação	Análise de Resultados	Relatório de Avaliação
Reportar Resultados e Saídas	Não há	Fechamento	Não há

Tabela 5.1: *Relação entre as etapas e entregáveis do TAMAR e do Processo de Avaliação Proposto*

Sobre o processo proposto, os recursos humanos previstos na avaliação e o detalhamento das etapas e suas atividades são apresentados nas próximas subseções.

5.2.1 Recursos Humanos na Avaliação

O processo de avaliação necessita de responsáveis pela realização do planejamento, aplicação, auditoria e análise dos resultados, compondo a **equipe de apoio**. Não há restrição quanto à equipe ser composta por membros externos ou internos à organização, ou que possua uma quantidade mínima ou máxima de pessoas.

Em determinada etapa do processo de avaliação, um membro da equipe de apoio assume os seguintes papéis:

- *líder da avaliação*: coordena as atividades da equipe de apoio, apresenta os artefatos gerados pelo processo e ministra os treinamentos;

- *auditor*: verifica evidências anexadas e sua conformidade com a prática associada.

Os **respondentes** são membros da equipe de teste da organização, que foram indicados para responder o instrumento de avaliação. A experiência com o processo empregado é de grande valia na indicação de evidências e associação de respostas para as práticas. Ainda, fazem-se necessário o conhecimento sobre teste de software e sobre o modelo de maturidade que será utilizado na avaliação.

5.2.2 Planejamento

A etapa **Planejamento** consiste no grupo de atividades que planejam o processo de avaliação. As atividades envolvem a definição das datas importantes, papéis e responsabilidades. Na Figura 5.1 são demonstradas duas macro atividades para esta etapa: *Definir plano de avaliação* e *Validar plano de avaliação*.

A atividade **Definir plano de avaliação** prevê a criação de um plano com todas as informações quanto à avaliação de maturidade. O *template* do plano de avaliação pode ser visualizado no Apêndice A.

A divisão do plano de avaliação é dada por:

- *Propósito da Avaliação*: descrição da motivação da realização da avaliação, o objetivo e os resultados esperados;
- *Escopo*: indicação do tipo de avaliação, nível pretendido e sua hierarquia;
- *Restrições*: exposição das restrições quanto ao tipo de avaliação e nível;
- *Método de Avaliação*: apresentação das etapas da avaliação e descrição do instrumento de avaliação;
- *Recursos*: indicação dos recursos humanos, computacionais e físicos;
- *Responsabilidades*: detalhamento das pessoas envolvidas e suas responsabilidades. Definição dos membros da equipe de apoio e os respondentes do instrumento;
- *Cronograma de Atividades*: esboço das atividades, datas e responsáveis;
- *Critérios de competência*: exposição das características do tipo de avaliação, membros da equipe de apoio e respondentes, e o método de coleta de dados;
- *Critérios de sucesso*: indicação os fatores de sucesso da avaliação, tais como: execução do plano e a indicação de maturidade;
- *Saídas da Avaliação*: listagem dos artefatos produzidos no processo de avaliação.

A atividade **Validar plano de avaliação** garante a exposição do processo de avaliação com todos os membros envolvidas e a validação propriamente dita do plano. É prevista pelo menos uma reunião para apresentar todos os itens do plano de avaliação, e avaliar os mesmos. Se necessário, realizam-se alterações quanto ao cronograma, pessoas envolvidas e suas responsabilidades.

5.2.3 Preparação

A etapa **Preparação** visa contextualizar os envolvidos quanto ao modelo de maturidade e ao instrumento de avaliação, e ajustar o instrumento para a avaliação. São atividades dessa etapa: *Planejar treinamentos*, *Executar treinamentos* e *Personalizar instrumento*.

A atividade **Planejar treinamentos** é realizada pela equipe de apoio para preparar o material que será utilizado na execução dos treinamentos. O líder da avaliação, que é membro da equipe de apoio, ministra os treinamentos para os respondentes da avaliação.

A realização dos treinamentos tem a finalidade de disseminar o conhecimento entre os respondentes sobre o modelo de maturidade e o instrumento de avaliação. Na realização da atividade **Executar treinamentos** são abordados:

- Treinamento sobre o modelo:
 - Introdução à melhoria de testes;
 - Visão geral do modelo TMMi;
 - Visão do nível em avaliação.
- Treinamento sobre o instrumento de avaliação:
 - Características estruturais;
 - Método de preenchimento;
 - Indicação de evidências;
 - Método do cômputo de resultados;
 - Indicação de melhoria.

Na atividade **Personalizar o instrumento** a equipe de apoio insere informações adicionais no questionário de avaliação, com o objetivo de auxiliar o entendimento dos respondentes. As informações inseridas estão associadas com a rotina da organização e exemplos de artefatos que são evidências para as práticas.

5.2.4 Aplicação

A etapa **Aplicação do Instrumento** possui a atividade *Responder Instrumento*, que é realizada pelos respondentes e acompanhada de forma presencial pela equipe de apoio, para fornecer auxílio em relação ao entendimento das perguntas e à associação de evidências.

O instrumento possui quatro divisões, que foram referenciadas como pastas: Pasta 1 - Resumo do cronograma, Pasta 2 - Perfil do respondente, Pasta 3 - Questionário de avaliação e Pasta 4 - *Status* da resposta. O detalhamento das pastas são apresentados na Subseção [5.3.2](#).

5.2.5 Análise de Resultados

A etapa **Análise de Resultados** divide-se em três atividades: *Verificar evidências*, *Computar resultados* e *Gerar relatório de avaliação*. As atividades dessa etapa são atribuídas à equipe de apoio.

A atividade **Verificar evidências** objetiva auditar as evidências associadas nas práticas pelos respondentes. A análise de conformidade é feita por um auditor. Cada evidência é verificada individualmente e, se estiver inconsistente, o respondente é contatado para alteração.

A atividade **Computar resultados** é destinada à aplicação de métricas de satisfação do nível de maturidade. O cálculo é feito a partir das respostas fornecidas pelos respondentes.

A atividade **Gerar relatório de avaliação** visa à formalização da indicação de resultados obtidos com a aplicação do instrumento de avaliação. Gera-se o artefato *Relatório de avaliação*, cujo *template* pode ser visualizado no Apêndice C.

O *Relatório de Avaliação* é composto por: (i) Introdução, descrição do objetivo do documento; (ii) Artefatos de Entrada, indicação dos artefatos utilizados no processo de avaliação; (iii) Método de Avaliação, descrição do tipo e as características da avaliação; (iv) Cômputo de Resultados, métricas de satisfação dos níveis do modelo; (v) Resultados, valores obtidos na avaliação; (iv) Sugestões de Melhoria: áreas de processo que não tiveram resultado satisfatório.

5.2.6 Fechamento

A etapa de **Fechamento** consiste na formalização da conclusão do processo de avaliação com todos os envolvidos e a gerência da organização. A condução das atividades é de responsabilidade do líder da avaliação.

A tarefa **Apresentar resultados** é dada pela reunião de apresentação do *Relatório de avaliação*, e marca o término da avaliação. O detalhamento dos resultados obtidos a partir das métrica de satisfação do nível de maturidade e os itens que apoiaram o cálculo são esboçados.

Diante do resultado da avaliação, pode-se **Apresentar pontos para melhoria**. As melhorias são indicadas para as áreas de processo que não tiveram resultados satisfatórios, em que se sugerem ações de melhorias.

5.3 Instrumento de Avaliação

A presente seção traz as características do instrumento de avaliação proposto, o qual contempla o Nível 2 (*Gerenciado*) do modelo de maturidade de teste TMMi. O

instrumento é vocacionado à avaliação informal em pequenas empresas. As características foram agrupadas em categorias, que dispõem da abordagem utilizada na análise dos estudos primários apresentada na Seção 4.3.2, e são introduzidas nas subseções seguintes.

5.3.1 Identidade do Instrumento

As características referentes a **Identidade do Instrumento** foram agrupadas na Tabela 5.2. Elas abordam o modelo de maturidade, os níveis de avaliação e o contexto de aplicação.

Características	Propriedades
Nome do Instrumento	TMMi-PME
Modelo de Maturidade	TMMi
Níveis Avaliados	Nível 2
Contexto da Aplicação do Instrumento	Pequenas Empresas.

Tabela 5.2: *Características quanto à Identidade do Instrumento*

O único instrumento para pequenas e médias empresas, analisado na revisão sistemática, avalia a maturidade para todos os níveis do TMMi, e como resultado da validação do instrumento, as empresas não atingiram nível superior ao 2.

Para atingir o nível 2, estima-se dois anos de dedicação na evolução do processo de teste. Decidiu-se utilizar o Nível 2 - Gerenciado devido ao esforço de dedicação e por verificar se o produto está conforme a especificação de requisitos.

5.3.2 Estrutura do Instrumento

Para descrever a **Estrutura do Instrumento** foram analisadas as características com relação a hierarquia de avaliação, as pastas do instrumento, aos dados de entrada, as informações de apoio e as dependências entre as questões. A Tabela 5.3 demonstra as propriedades estruturais do instrumento.

A hierarquia de avaliação, a exemplo de outros instrumentos focados no TMMi, segue a estrutura do modelo, envolvendo nível de maturidade, áreas de processo, objetivo genérico e específicos, práticas genéricas e específicas. As questões presentes no instrumento proposto indagam sobre as subpráticas das áreas de processo.

Os dados de entrada fornecidos pelos respondentes envolvem respostas objetivas às perguntas e indicações de evidências, que são verificadas na fase de auditoria dos dados.

O instrumento de avaliação é organizado em pastas para apresentação de seu conteúdo. A aplicação do instrumento inicia na apreciação da **Pasta 1 - Resumo do**

Características	Propriedades
Hierarquia de avaliação	Nível de maturidade, áreas de processo e subpráticas.
Dados de Entrada	Respostas às perguntas; Evidências documentadas.
Pastas do Instrumento	Resumo do cronograma; Perfil não identificado do Respondente; Questionário de avaliação; <i>Status</i> das respostas.
Informações de Apoio	Dicionário de Termos utilizados nas questões da área de processo;
Dependência entre questões	Dependência de alinhamento e dependência necessária.

Tabela 5.3: *Características quanto à Estrutura do Instrumento*

cronograma. A pasta traz um breve cronograma de atividades da aplicação e a data de realização das mesmas.

A **Pasta 2 - Perfil do respondente** possui finalidade de caracterizar o perfil de conhecimento e experiência profissional do responsável pelo preenchimento do instrumento. Para garantir a confidencialidade da avaliação, não serão coletados dados que possam identificar o respondente, por exemplo: nome ou cargo na organização.

A **Pasta 3 - Questionário de avaliação** dispõe as perguntas quanto às subpráticas do modelo de maturidade, sendo estas apresentadas conforme a hierarquia existente no modelo, e a associação de evidências.

A **Pasta 4 - Status da Resposta** é um bônus à equipe de apoio, pois permite acompanhar as respostas das perguntas e indicação de evidências, além das inconsistências sobre as dependências entre as práticas. A pasta é uma proposta para o instrumento que faz uso de automação.

Durante a preparação do instrumento para um particular processo de teste em avaliação, informações de apoio são agregadas para demonstrar exemplos de evidências e artefatos gerados no processo de teste, que comprovam a execução da prática.

As dependências entre as subpráticas do modelo TMMi foram denominadas: *dependência necessária* e *dependência de alinhamento*. Uma subprática que requer a execução de outra subprática é denominada *dependência necessária*. Se uma evidência relaciona com várias subpráticas ou evidência, temos a *dependência de alinhamento*, os produtos envolvidos devem ser coerentes e concisos, ou seja, seu conteúdo não pode ser contraditório.

5.3.3 Pessoas envolvidas na avaliação

A Tabela 5.4 traz as características do instrumento quanto aos recursos humanos envolvidos no processo de avaliação. O detalhamento das responsabilidades dos recursos

humanos envolvidos no processo de avaliação foram discutidos na Subseção 5.2.1.

Características	Propriedades
Há equipe de apoio?	Equipe interna/externa.
Perfil da equipe de apoio	Conhecimento sobre teste de software, modelo de maturidade e processo de avaliação.
Perfil organizacional dos respondentes	Membro da equipe de teste.
Papel do auditor da avaliação	Verificar evidências e solucionar inconformidades quanto às perguntas.

Tabela 5.4: *Características quanto às Pessoas envolvidas na Avaliação*

5.3.4 Planejamento e Aplicação do Instrumento

As características do instrumento em relação ao **Planejamento e Aplicação** são explicitadas na Tabela 5.5. São abordados: automação do instrumento, definição de cronograma, treinamentos, tipo de participação dos respondentes e o apoio na aplicação do questionário.

Características	Propriedades
Automação do instrumento	Não/Sim.
Definição do cronograma	Sim.
Treinamento do modelo	Equipe de Apoio e Respondentes.
Treinamento do instrumento	Equipe de Apoio e Respondentes.
Participação da equipe de apoio na aplicação	Sim.
Tipo de participação dos respondentes	Presencial.
Exibição de legendas das respostas	Sim.

Tabela 5.5: *Características quanto ao Planejamento e Aplicação do Instrumento*

As atividades previstas para o processo de avaliação são definidas no cronograma, considerando as limitações da organização e dos membros envolvidos na avaliação. A definição do cronograma é a primeira atividade realizada pela equipe de apoio. O cronograma descreve quais as atividades previstas, a data de realização e os envolvidos.

Para contextualização das equipes envolvidas na avaliação (equipe de apoio e respondentes) são realizados dois treinamentos: Modelo de Maturidade e Instrumento de Avaliação. A finalidade dos treinamentos é apresentar a ferramenta de coleta de dados e o modelo utilizado na avaliação, além de esclarecer potenciais dúvidas.

No preenchimento do instrumento de avaliação, o respondente é acompanhado pela equipe de apoio. A presença da equipe de apoio visa sanar dúvidas que possam surgir

no preenchimento do instrumento ou na indicação de evidências. Para que seja possível o acompanhamento pela equipe de apoio é necessário que a participação do respondente seja presencial.

A exibição de uma legenda com os conjuntos de valores das respostas é um mecanismo de apoio aos respondentes. O pequeno texto fornece a proporção do esforço correspondente a cada opção de resposta do questionário e traz segurança na escolha de uma resposta.

5.3.5 Análise dos Resultados da Avaliação

A Tabela 5.6 reúne as características com relação à **Análise dos Resultados da Avaliação**.

Características	Propriedades
Geração de resultados	Automático.
Exibição de resultados	Relatório de Resultado da Avaliação
Métrica de satisfação	Nível: Menor grau de satisfação obtido na área de processo; Área de Processo: menor grau de satisfação dos objetivos; Objetivos: porcentagem de execução das práticas; Práticas: porcentagem de execução das subpráticas.
Indicação de pontos de melhoria	Sim.

Tabela 5.6: Características quanto à Geração de Resultados da Avaliação

Os resultados obtidos na avaliação são apresentados no *Relatório de Avaliação*, com a indicação do grau de satisfação dos itens avaliados: níveis, áreas de processo, objetivos e práticas. As áreas de processo que não obtiveram o grau de satisfação são apontadas como pontos que necessitam de ações de melhoria no processo de teste.

O grau de satisfação do nível é definido pela satisfação das áreas de processo; a satisfação da área de processo é dada pelo grau de satisfação dos objetivos; este pela porcentagem de execução das práticas; e para que uma prática seja satisfeita mais de 50% de suas subpráticas devem ser realizadas.

Para a satisfação do objetivo utiliza-se a seguinte regra:

- **N** - Não atingido (0 a 15% de práticas satisfeitas);
- **P** - Parcialmente Atingido (16 a 50% de práticas satisfeitas);
- **L** - Largamente Alcançado (51 a 85% de práticas satisfeitas);
- **T** - Totalmente Atingido (superior a 85% de práticas satisfeitas).

A área de processo recebe um conjunto de grau de satisfação dos objetivos, o menor valor computado é indicado como grau de satisfação da área de processo. Para satisfação do nível, considera-se o menor valor do conjunto das áreas de processo.

5.4 Propriedades do Questionário

5.4.1 Estrutura

Esta subseção introduz a estrutura do questionário, referente às questões pertinentes à avaliação propriamente dita de processos de teste.

O modelo de maturidade TMMi traz a divisão: níveis; áreas de processo; objetivos; práticas e subpráticas. Os instrumentos apresentados na Subseção 4.3.2, com exceção do estudo do Araújo [4], não se preocuparam em explorar as questões em nível de subprática. A superficialidade da descrição das práticas traz dificuldades aos respondentes quanto ao real objetivo, colaborando com a interpretação equivocada e, conseqüentemente, um resultado não realista.

A estrutura do questionário de avaliação lida diretamente com as subpráticas, e busca uma melhor compreensão dos respondentes e objetividade em suas respostas, em relação aos instrumentos da literatura, apresentados na Seção 4.3.2.

A definição das questões deu-se pelo estudo do nível 2 – *Gerenciado* do modelo de maturidade TMMi e considerou as seguintes diretrizes:

- **Práticas específicas sem a presença de subpráticas:** Há três práticas específicas, nos objetivos específicos do nível 2 - *Gerenciado*, que não possuem a descrição de subpráticas. Para essas práticas, foram criadas questões utilizando o texto do modelo com referência. Como exemplo, a prática “SP2.3 Distribuir a estratégia de teste para os *stakeholders*” da área de processo 2.1 “Política e Estratégias de Teste”, originou a questão “As estratégias de testes são apresentadas aos interessados?”.
- **Práticas específicas com a presença de subpráticas:** Em geral, as práticas possuem um conjunto de subpráticas, que são descrições que apoiam no entendimento quanto à execução da prática. Se aplicarmos o mapeamento um-para-um entre subpráticas e questões, haveria elevado número de questões, sem um acréscimo de entendimento para a apreciação dos respondentes. As questões são dispostas ao respondente sem associação com prática ou objetivo. A organização das questões de uma área de processo segue *grupos de classificação*, que são definidos por características comuns das subpráticas. Os grupos são: *preparação, aplicação, monitoramento, revisão e comunicação*.
- **Práticas genéricas:** As práticas genéricas no TMMi não possuem descrição de subpráticas. Para cada prática genérica foi elaborada uma questão, utilizando-se

o texto que descreve o objetivo da prática. As questões exploram o modo de tratamento da área de processo pela organização, e foram reunidas sob o rótulo *Organização*.

Com o agrupamento das subpráticas provindas das práticas específicas, foram classificadas em cinco grupos: Preparação, Aplicação, Monitoramento, Revisão e Comunicação. As questões do grupo *Preparação* envolvem atividades que realizam decisões, planejamentos, elaborações ou definições de artefatos de suma importância para a área de processo em avaliação. As questões reunidas pelo grupo *Aplicação* são as atividades realizadas a partir das decisões tomadas pelo grupo *Preparação*, com o intuito de coletar, executar e analisar rotinas ligadas à área de processo. O grupo *Monitoramento* traz o controle dos artefatos e tarefas do processo, com a finalidade de fiscalizar e realizar correções necessárias. O grupo *Revisão* aborda as atividades relacionadas à realização de verificação nos artefatos produzidos pelo processo de teste e indicar melhorias nos mesmos. E o grupo *Comunicação* recomenda as atividades que fornece informações produzidas na área de processo para os interessados, internos e/ou externos, a equipe de teste.

Além das questões, são apresentados na estrutura do questionário: legenda das respostas, uma breve explicação dos tipos de respostas para as perguntas; informações de apoio, glossário de termos utilizados no conteúdo das questões; e informações da empresa, exemplos de artefatos ou rotinas da organização associadas à área de processo.

5.4.2 Conteúdo das questões

A presente subseção aborda a definição do conteúdo das questões, realizada a partir da análise do objetivo das mesmas.

O agrupamento das subpráticas deu-se da interpretação e abstração das descrições do modelo de referência. Com isso, observa-se que algumas subpráticas apoiam a realização de atividades e não geram evidências, como exemplo a subprática 1 da prática 1.1 da área de processo Política e Estratégias de Testes: orientação sobre o estudo do negócio e seus objetivos. Elas foram reconhecidas como subpráticas de apoio e não constituíram uma questão. As informações fornecidas pelas subpráticas, foram utilizadas na criação do texto das questões que lidam com as atividades relacionadas. As demais subpráticas originaram as questões.

Verificou as redundâncias quanto ao objetivo das atividades, excluindo e/ou agrupando as questões que possuem o foco semelhantes, colaborando na objetividade do questionário.

O texto da descrição das subpráticas, expresso no modelo de referência, foi alterado visando apropriar de uma linguagem simples, com o tratamento dos termos

específicos do contexto, desejando que o preenchimento possa ser executado por qualquer membro da organização.

A associação da questão e o grupo de classificação pertencente é dada pelo prefixo de identificação, sendo *Pre*, *Apl*, *Mon*, *Rev* e *Com*, indicando *Preparação*, *Aplicação*, *Monitoramento*, *Revisão* e *Controle*, respectivamente.

O material de apoio para o respondente é fornecido pelo destaque de palavras-chave e suas definições e/ou explicações quanto à rotina da organização para cada área de processo, favorecendo a interpretação e compreensão dos objetivos das questões.

5.4.3 Obtenção de resultados

O preenchimento do questionário dará pela associação de um valor para cada questão. Os respondentes utilizaram os seguintes valores:

- **2 - Sim:** subprática prevista no processo, realizada e possui evidências.
- **1- Parcialmente:** subprática prevista no processo e realizada, mas não possui evidências.
- **0 - Não:** Prática não estabelecida ou não executada.

Por não usufruir da hierarquia padrão do modelo, os valores coletados nas questões são aplicados em um material, traz a associação da questão com a prática e seu objetivo.

A satisfação da prática é indicada com base na porcentagem de execução de subpráticas. Se a execução das subpráticas forem superiores a 50%, a prática é dada como satisfeita. O resultado é calculado a partir do valor máximo que a prática pode atingir, ou seja, o número de questões associadas a prática multiplicado por dois. Como exemplo: a prática possui três questões, seu valor máximo é seis pontos, para que a prática seja satisfeita é necessário de atingir três pontos ou mais.

5.5 Comparação do instrumento proposto com os demais da literatura

A avaliação de maturidade de um processo de teste envolve diversas atividades, além da aplicação do questionário em si. O estudo de Alves [2] demonstrou uma rotina de preparação para avaliação, buscando ser simples e contextualizar os envolvidos no processo de avaliação. No entanto, tal abordagem não aplica o modelo TMMi e os estudos que lidam diretamente com o TMMi não se preocuparam em definir um processo para a avaliação em si.

Os realces apontados por Alves [2] quanto à importância de uma sistemática para as atividades relacionadas com as avaliações e a ausência desta para o TMMi, motivou a definição de um processo de avaliação com foco neste modelo.

As avaliações do modelo TMMi devem seguir as orientações indicadas pelo TAMAR, pois este possui algumas atividades obrigatórias para cada tipo de avaliação. Não foi relatado a sua utilização nos estudos primários extraídos na revisão sistemática. Diante disso, o processo de avaliação proposto para o modelo TMMi foi fundamentado nas diretrizes para avaliações do tipo informal e das contribuições obtidas dos estudos.

A divisão do processo proposto foi delineada conforme as etapas previstas no TAMAR: Planejamento, Gerenciamento de Dados, Processo de Classificação e Reportar Resultado e Saídas. As nomenclaturas das etapas do processo foram alteradas para serem sugestivas com relação à finalidade das atividades de cada etapa. Houve a divisão da etapa Planejamento: Planejamento e Preparação, para inclusão das atividades de treinamento e personalização do instrumento.

Todos os artefatos gerados pelas atividades do processo proposto estão em conformidade com o TAMAR, tais como: Plano de Avaliação e Relatório de Resultados da Avaliação.

Com as atividades delimitadas, houve a necessidade da criação de papéis e distribuição de responsabilidades. Höhn [26] e Maurya [38] designaram uma equipe com conhecimento do modelo para conduzir a avaliação. Seguindo esses estudos, foi delimitada uma equipe de apoio, sendo esta responsável por todas as atividades do processo e acompanhamento do preenchimento do instrumento, a fim de sanar as dúvidas dos respondentes.

Höhn [26] relatou a dificuldade de compreensão dos respondentes com relação aos objetivos das questões. Os estudos de Alves [2], Höhn [26] e Araújo [4] sugeriram um material para auxiliar o respondente com dados do processo em avaliação ou exemplos de evidências. Por permitir um apoio ao respondente, essas recomendações foram mantidas e serviram de base para a criação do material de apoio exibido no questionário proposto. Com o foco em auxiliar o entendimento, manteve-se o material de apoio e acrescentou um treinamento para contextualização do modelo, abordagem de avaliação e o instrumento de avaliação em si. Por ser o primeiro contato com o modelo e com o instrumento, o treinamento é o momento ideal para introduzir o conhecimento de forma gradual, minimizando as dúvidas durante a sua aplicação.

Optou-se por dividir o instrumento em quatro pastas: Pasta 1 - Cronograma; Pasta 2 - Perfil do Respondente; Pasta 3 - Questionário; e Pasta 4 - *Status* da Resposta. O Cronograma é para breve conferência das atividades planejadas e suas datas de início e término. O Perfil do Respondente permite analisar o nível de conhecimento e experiência do respondente, para verificar se há impacto nos resultados da avaliação. O Questionário

são as questões que trazem as exigências do modelo e o material de apoio. O *Status das Respostas* é uma orientação do preenchimento do instrumento, apresentando as informações que não foram fornecidas.

O instrumento proposto foi definido para atender às pequenas empresas, apropriando-se somente do nível 2 do modelo TMMi. Apenas o instrumento do Araújo [4] preocupou-se com esse contexto, no entanto empregou todos os níveis de maturidade do modelo. Nos resultados relatados, nenhuma das empresas avaliadas atingiram resultados superiores ao nível 2. Para se atingir todos os níveis do TMMi, há demanda grande de esforços e recursos, sendo estes escassos em ambientes das organizações de pequeno porte.

Em geral, os instrumentos dispõem da estrutura hierárquica apresentada no modelo de maturidade, sendo composta por: nível; área de processo; objetivos específicos e genéricos; e práticas específicas e genéricas. As perguntas do questionário, em geral idênticas ao texto do modelo, são carentes de informações para apoio ao respondente em relação ao entendimento. Com isso, não foi aplicado o texto do TMMi em sua íntegra, formulando-se perguntas mais claras para os respondentes.

Araújo [4] utilizou a mesma estratégia para criação das questões, sendo de grande valia na inspiração do questionário. Entretanto, apresentar ao respondente as perguntas que são dispostas no modelo não é suficiente para compreensão da prática. Devido isso, foi proposta uma nova divisão das perguntas, focando na facilidade de assimilação das atividades do processo e as questões.

As perguntas são ajuntadas em seis grupos: Preparação, Aplicação, Monitoramento, Revisão, Comunicação e Organização. A definição veio da abstração da finalidade das atividades, ou seja, o respondente lidará com todas as atividades de um tipo para depois iniciar um novo grupo. Esta disposição possui o intuito de direcionar a concentração do respondente em apenas uma etapa do processo de teste.

Höhn [26] e Maurya [38] apresentou legenda para as respostas esperadas nas respostas. O breve texto indicativo traz ao respondente a segurança de indicar corretamente a execução da prática. A legenda foi mantida no instrumento proposto.

A métrica de cômputo de resultados foi relatada de diversas formas nos estudos de Araújo [4], Höhn [26], Maurya [38] e Eshtiagh [16]. O processo proposto faz uso do TAMAR, nele é expresso um método de cômputo, sendo este utilizado no processo.

Um dos resultados esperados em uma avaliação de maturidade é a indicação de pontos que necessitam de alocação de esforços para melhorar a sua realização. Os estudos de Araújo [4], Höhn [26] e Maurya [38] indicam os pontos que obtiveram baixos resultados, sendo estes os pontos que precisam de ações de melhoria. Foi considerado esta indicativa para os pontos de melhoria conforme os resultados obtidos na aplicação do instrumento.

Por fim, para formalização do processo de avaliação é oferecido um relatório com o detalhamento do processo, os resultados obtidos e as áreas que carecem de melhorias.

5.6 Considerações Finais

Neste capítulo apresentamos a proposta de uma metodologia para avaliar processos de teste em pequenas organizações quanto aos níveis de maturidade do Modelo TMMi. O objetivo é tornar o processo de avaliação mais simples e que esteja acessível às empresas que dispõem de recursos limitados.

O processo de avaliação é dividido em cinco etapas: (i) Planejamento; (ii) Preparação; (iii) Aplicação; (iv) Análise de Resultados; e (v) Fechamento. Cada etapa é composta por um conjunto de atividades, definidas a partir da análise de estudos e da documentação oficial para avaliações do Modelo TMMi.

A validação do processo de avaliação deu-se na aplicação em duas empresas do estado de Goiás. O relato e contribuições obtidas são apresentadas no próximo capítulo.

Estudo de Caso: Avaliação de Processo de Testes em Pequenas Empresas

6.1 Introdução

A proposta do processo de avaliação para pequenas empresas visou apoiar os procedimentos de aferir a maturidade dos processos de teste, no contexto de empresas com limitação de recursos, sendo eles recursos humanos ou operacionais.

Com a finalidade de validação, foram selecionadas duas pequenas empresas goianas para participarem do processo de avaliação.

O processo de avaliação é composto por cinco etapas: Planejamento, Preparação, Aplicação, Análise de Resultados e Fechamento. Todas as etapas previstas estão alinhadas às exigências do TAMAR, documento oficial para realização de avaliações TMMi.

O presente capítulo faz referência à aplicação do processo de avaliação nas pequenas selecionadas. A Seção 6.2 traz as características das empresas participantes. Na Seção 6.3 é explorado o perfil dos respondentes envolvidos no processo. A Seção 6.4 descreve o processo de avaliação conforme realizado em todas as empresas, com as adaptações necessárias para o contexto de cada organização. Na Seção 6.5 é discutida as lições aprendidas com aplicação do processo de avaliação.

6.2 Caracterização das empresas

Para manter a confidencialidade das empresas, conforme orientado no TAMAR, as empresas serão indicadas por Empresa A e Empresa B.

A Empresa A possui onze anos no mercado de tecnologia. É uma empresa pioneira no desenvolvimento de soluções para o Sistema Público de Escrituração Digital (SPED), especialmente para Nota Fiscal Eletrônica (NF-e) e Conhecimento de Transporte Eletrônico (CT-e). A empresa conta com clientes em todos os estados brasileiros.

A equipe é composta por aproximadamente 40 pessoas, sendo dois colaboradores com dedicação exclusiva para teste de software. Recentemente, a empresa participou

de consultorias para implantação de um método para testes no contexto de pequenas empresas.

A rotina de testes na Empresa A inclui a elaboração do plano de testes, casos de testes, *scripts* de teste e testes de regressão. Todas as atividades possuem o suporte de ferramentas específicas para esse fim.

A Empresa B é responsável por implantar e manter a estrutura tecnológica acadêmica de uma universidade, incluindo os seus sistemas. Atualmente, o sistema acadêmico é desenvolvido por outra organização, no entanto o teste é de responsabilidade da Empresa B.

A empresa dispõe de uma equipe com quatro colaboradores dedicados exclusivamente para testes. O processo de teste institucionalizado foi fundamentado de um método para pequenas e médias empresas, com adaptações ao seu contexto.

6.3 Caracterização dos respondentes

Para mapear os perfis dos respondentes utilizou-se a Pasta 2 do instrumento de avaliação. As perguntas focam a experiência com as atividades de teste e a formação acadêmica. A Figura 6.1 ilustra o questionário aplicado, e todas as perguntas podem ser observadas no Anexo B.

The image shows a digital questionnaire form titled "Perfil do Respondente". At the top, it states "Os dados não serão utilizados para identificar o respondente." Below this, there is a section for "1. Formação acadêmica (graduação em):" with three radio button options: "Área da Computação", "Área do negócio da empresa", and "Outro:" followed by a text input field. A purple header bar with white text reads "CONHECIMENTOS DO RESPONDENTE". Below this, there are two questions: "2. Tempo de experiência em desenvolvimento de software?" and "3. Tempo de experiência em testes de software?". Each question has a text input field labeled "Sua resposta".

Figura 6.1: *Questionário de Validação do Processo*

Na Empresa A foram selecionados dois colaboradores da equipe de teste:

- **Colaborador A:** possui oito anos de empresa, formação acadêmica em computação e experiência em desenvolvimento de software;

- **Colaborador B:** possui pouco tempo de experiência na organização, menos de ano. A formação acadêmica em computação (em andamento) e experiência em desenvolvimento de software.

Na Empresa B houve a disponibilidade de apenas um colaborador:

- **Colaborador C:** possui mestrado em computação e cinco anos de experiência em teste de software. Responsável pela implantação do processo de teste da organização.

6.4 Aplicação do processo de avaliação e instrumentos

O processo de avaliação nas organizações participantes deu-se pela execução de todas as etapas planejadas. Iniciou-se com o primeiro contato por meio eletrônico, explicitando o foco da avaliação e definindo uma reunião presencial.

A primeira reunião visou apresentar e validar o plano de avaliação, discorrendo todos os tópicos importantes para o sucesso da avaliação. Os respondentes foram determinados conforme disponibilidade da empresa.

O próximo contato foi a realização do treinamento com os respondentes. Com o foco de contextualizar e disseminar as informações com relação ao processo e seus artefatos.

A aplicação do instrumento de avaliação deu-se no mesmo encontro do treinamento na Empresa B, e no dia posterior na Empresa A. A aplicação foi acompanhada pela Equipe de Apoio, sanando dúvidas e auditando as evidências indicadas no questionário.

Após a coleta dos dados, iniciou-se o cômputo dos resultados. As respostas obtidas foram repassadas para uma planilha para realizar os cálculos da Empresa A. Para Empresa B, apenas houve a aplicação das fórmulas para cômputo, pois as perguntas foram apresentadas em planilha eletrônica. Os resultados compuseram o Relatório de Avaliação.

Todos os artefatos produzidos são disponibilizados à empresa. E a formalização da avaliação é dada por uma reunião, conforme disponibilidade da organização.

O instrumento de avaliação foi efetivo para seu fim, pois foi capaz de avaliar pequenas empresas quanto às exigências do nível 2 do Modelo TMMi, e apoiou os respondentes nas atividades propostas para o processo de avaliação.

6.5 Apreciação do processo de avaliação

Para a apreciar o processo de avaliação em si, elaborou-se um questionário visando validar a adequação do processo e do instrumento, utilizando como referencial a opinião dos respondentes.

O questionário é composto por cinco sessões:

- **Instruções:** Síntese do processo de avaliação realizado e apresentação do objetivo do questionário;
- **Plano de Avaliação:** questões para coletar a percepção quanto ao plano;
- **Treinamento:** questões para validar a prática realizada no treinamento;
- **Instrumento de Avaliação:** perguntas referentes ao instrumento, sua extensão, escrita e apresentação das questões;
- **Sugestões e Dúvidas:** questionamento referente aos impasses com relação ao processo de avaliação e seus instrumentos.

A Figura 6.2 ilustra a divulgação do questionário de validação do processo de avaliação. O conteúdo completo pode ser analisado no Anexo D.

PLANO DE AVALIAÇÃO

A disposição das informações no documento colabora na compreensão do objetivo do processo de avaliação? *

Sua resposta

O texto sobre o modelo TMMi permitiu a compreensão do objetivo e etapas necessárias para atingir a maturidade do processo de teste? *

Sua resposta

As informações sobre o processo de avaliação permitiram uma breve explicação sobre as atividades destinadas para avaliação? *

Sua resposta

Figura 6.2: *Questionário de Validação do Processo*

A principal colaboração do questionário é a indicação de pontos para evolução do processo de avaliação e seus artefatos. Partindo da hipótese que a extensão do instrumento impacta na qualidade das respostas, buscou-se a extração de dados que comprovem ou não este fator. Além disso, abordou-se o tempo alocado para preenchimento do instrumento, a adequação das perguntas e material de apoio para o perfil do respondente.

Após a aplicação na Empresa A os respondentes sugeriram que o instrumento de avaliação fosse apresentado em formato eletrônico. A sugestão foi acolhida, e a aplicação na empresa B foi dada por planilha eletrônica.

A quantidade de perguntas foi discutida, a nova proposta de apresentação das questões compactou o número de questões comparadas com a estrutura exibida por Araújo [4]. No entanto, foram ainda definidas uma quantidade considerável de questões, sendo elas de alta relevância na avaliação e não podem retiradas.

As questões apresentadas aos respondentes foram apontadas como cansativas, devido à sua grande quantidade. E o tempo alocado para as atividades do processo não foi suficiente para realizar as tarefas com tranquilidade, foram dedicadas três horas. Esse problema ocorreu devido a restrições dos cronogramas das empresas.

A disposição das perguntas por grupos de afinidade foi bem recebida pelos respondentes. Relatou-se que a nova estrutura apoiou na compreensão da atividade e ligação com as demais atividades envolvidas no processo de teste.

Notou-se que a contextualização do respondente para o preenchimento do instrumento foi fator colaborativo para percepção do objetivo da avaliação e suas fases, bem como nos questionamentos dispostos no instrumento.

O Colaborador B da Empresa A, relatou dúvida quanto às perguntas dispostas no instrumento de avaliação. Em geral, o modelo demonstra práticas que necessitam de um conhecimento especializado para sua compreensão, o objetivo da nova sistemática é contemplar esse fator e apoiar o respondente. No entanto, a experiência na área de testes impactou na assimilação da questão e na atividade que está ligada ao processo.

As contribuições abstraídas na validação do processo de avaliação e seus artefatos são benéficos para sua evolução. Os pontos apontados pelos respondentes trazem uma nova perspectiva para a avaliação e permite a comparação com os relatos encontrados nos estudos da literatura.

Os estudos haviam indicado dificuldades de compreensão das perguntas pelos respondentes, esse fator foi considerado na criação do instrumento de avaliação, notou-se que houve contribuição positiva, diante do relato de apenas um respondente. O acompanhamento da Equipe de apoio foi planejado para sanar essa problemática, a definição de uma equipe apenas pra acompanhamento não foi relatada nos estudos.

A disposição das questões por grupo de afinidade auxiliou o respondente em focar em atividades específicas do processo de teste, colaborando na indicação e associação de evidências. Dispor as perguntas em grupos também colaborou em compactar a quantidade de questões, sendo possível criar uma pergunta a partir de várias que possuem o mesmo objetivo.

O processo de avaliação proposto amparou as pequenas empresas quanto à verificação da aderência de seus processos. A preparação dos respondentes e a disposição de uma equipe de apoio, fornecem uma visão mais detalhada do modelo e reduz as incertezas dos objetivos.

A amostragem de empresas para validação do processo foi reduzida, mas corrobora na hipótese que a preparação de um instrumento simples e o fornecimento de acompanhamento especializado no decorrer do processo de avaliação viabiliza a auto-verificação dos processo de pequenas empresas.

6.6 Considerações finais

A aplicação do processo de avaliação em pequenas empresas visou investigar se os procedimentos propostos para verificação da maturidade de processo de teste com relação ao modelo TMMi possui contribuição no contexto explorado.

Neste Capítulo apresentamos a validação do processo de avaliação em duas pequenas empresas, que possuem consolidação no mercado de software goiano. Os respondentes são formados em computação, apenas um está com a graduação em andamento. Tivemos uma diversidade na experiência com teste de software, e notamos que a experiência impacta na compreensão das perguntas do instrumento.

A proposta do processo de avaliação visou diminuir a quantidade de questões do instrumento, no entanto, as 213 questões foram fator de reclamação pelos respondentes. Segundo os respondentes, a extensa quantidade de perguntas torna o processo cansativo.

A pequena amostragem consentiu a validação da hipótese que o fornecimento de preparação e apoio especializado auxilia as pequenas empresas na auto-avaliação dos seus processos quanto ao modelo TMMi.

Conclusões e trabalhos futuros

Considerando a hipótese que uma metodologia de avaliação de processos de teste de baixo custo, que contribui na evolução e qualidade dos processos de teste empregados em Pequenas Empresas de Software, desenvolveu-se um processo de avaliação que permite a verificação da aderência ao Nível 2 do Modelo TMMi.

A base para definir o processo de avaliação com relação ao Nível 2 do TMMi, foi construída a partir:

- **Revisão sistemática:** relacionar e explorar, em maior quantidade, os estudos primários importantes e conhecidos na área de modelo de maturidade de teste, especificamente aos Modelos *Test Maturity Model (TMM)* e *Test Maturity Model integration (TMMi)*. Obteve-se retorno de 285 estudos na aplicação em seis fontes de busca. Após as extrações, 48 estudos foram apontados como colaboração com as questões de pesquisa: (Q1) quais aspectos são investigados na literatura com respeito aos modelos TMM e TMMi?, e (Q2) quais instrumentos (ou *frameworks*) são aplicados para apoiar à avaliação de processos de teste, quanto aos níveis de maturidade do TMM e TMMi?
- **Análise dos estudos primários:** abstrair as evidências dos estudos classificados como relevantes na revisão sistemática, as contribuições tornam-se referência na construção do processo. Definiu-se três grupos de classificação: Modelo, Processo e Avaliação. Os estudos do grupo de Avaliação lidam diretamente com avaliações de maturidade, eles abstraíram evidências quanto à: Identidade, objetivo, contexto e modelo de maturidade; Estrutura, disposição da hierarquia de questões; Pessoas Envolvidas, recursos humanos que participam do processo de avaliação; Planejamento e Aplicação; e Análise dos Resultados, método de cômputo de resultados.
- **TAMAR:** apreciar os requisitos que são obrigatórios nas avaliações com relação aos níveis do TMMi. O documento fornece uma sugestão de etapas para processos de avaliação e a produção de artefatos para documentação e formalização. Todas as orientações indicadas para avaliações do tipo Informal foram agregadas ao processo de avaliação proposto.

O processo de avaliação proposto contemplou o TAMAR, conforme apresentado no Capítulo 5. Houve a divisão em etapas, com o objetivo de abranger as atividades desde o planejamento da avaliação, com reuniões para definição do escopo da avaliação; Preparação, alinhar os respondentes para o instrumento e adicionar informações para o apoio; Aplicação, preencher o instrumento com a presença de equipe de apoio; Análise dos Resultados, computar os resultados obtidos conforme as respostas apontadas no instrumento; e Fechamento, formalizar o término da avaliação, apresentando os resultados obtidos e as áreas que necessitam de ações de melhoria.

O instrumento de avaliação foi segmentado em quatro pastas:

- Resumo do cronograma: atividades e data de realização;
- Perfil do respondente: mapear o respondente quanto ao conhecimento e experiência profissional;
- Questionário de avaliação: perguntas quanto às subpráticas do modelo de maturidade, sendo apresentadas por grupos de afinidade.
- Status da Resposta: auxílio à equipe de apoio e relacionamento das dependências entre as questões (proposta aplicável ao instrumento automatizado).

A principal dificuldade enfrentada foi na validação do processo de avaliação, devido à restrição de tempo para a execução da atividade. Diante disso, a validação do processo e instrumento de avaliação deu-se em duas empresas de pequeno porte do Estado de Goiás. Foram realizadas todas as atividades previstas pelo processo. Os envolvidos contribuíram na avaliação da metodologia, por meio do questionário de avaliação do processo. As sugestões foram apontadas como trabalhos futuros.

7.1 Trabalhos futuros

Foram validados o processo e o instrumento de avaliação em apenas duas pequenas empresas. Como proposta de trabalhos futuros, temos novas validações em uma quantidade maior de empresas com perfis distintos das inicialmente selecionadas e que tenha respondentes com perfis distintos.

Também deve ser considerada a automação do instrumento de avaliação, permitindo um indicador de maturidade ao fim do preenchimento pelo respondentes. A automação trará facilidade na geração do indicador de maturidade e apoiará a equipe de apoio quando ao status das questões e as dependências entre elas.

Referências Bibliográficas

- [1] ABDOU, T. E. A. **Managing corrective actions to closure in open source software test process.** In: *The 25th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2013)*, 2013.
- [2] ALVES, G. D. S. **Modelo de maturidade em testes com foco em ambientes de testes heterogêneos.** Master's thesis, 2007.
- [3] ANDERSIN, J. **Tpi—a model for test process improvement.** In: *Seminar on Quality Models for Software Engineering*. Citeseer, 2004.
- [4] ARAÚJO, A. F. E. A. **A framework for maturity assessment in software testing for small and medium-sized enterprises.** In: *Proceedings of the International Conference on Software Engineering Research and Practice (SERP)*, p. 1. The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2013.
- [5] BEIZER, B. **Software Testing Techniques (2Nd Ed.)**. Van Nostrand Reinhold Co., New York, NY, USA, 1990.
- [6] BURNSTEIN, I. E. A. **Developing a testing maturity model for software test process evaluation and improvement.** In: *Test Conference, 1996. Proceedings., International*, p. 581–589. IEEE, 1996.
- [7] BURNSTEIN, I. E. A. **Practical Software Testing**. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, 2002.
- [8] CAMARGO, K. G. **Elaboração de um processo de teste com base em um estudo de caso real.** Master's thesis, 2012.
- [9] CAMARGO, K. G. E. A. **Identifying a subset of tmmi practices to establish a streamlined software testing process.** In: *Software Engineering (SBES), 2013 27th Brazilian Symposium on*, p. 137–146. IEEE, 2013.
- [10] COSTA, D. O. E. A. **An analysis instruments for assessing adherence to level 2 tmmi in small enterprises.** SBSI 2015, 2015.

- [11] CRUZ, G. A. **Avaliação de maturidade em processo de teste de software: Uma pesquisa-ação.** 2010.
- [12] CRUZ, P. E. A. **A software testing process for the reference model of competi-soft.** In: *Chilean Computer Science Society (SCCC), 2010 XXIX International Conference of the*, p. 51–59. IEEE, 2010.
- [13] DAS EMPRESAS DE SOFTWARE ABES, A. B. **Mercado brasileiro de software - panorama e tendências.** Technical report, 2011.
- [14] ELDH, S. E. A. **Towards a test automation improvement model (taim).** In: *Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW), 2014 IEEE Seventh International Conference on*, p. 337–342. IEEE, 2014.
- [15] ERICSON, T. E. A. **Tim - a test improvement model.** *Software Testing Verification and Reliability*, 7(4):229–246, 1997.
- [16] ESHTIAGH, P. **An evaluation of test processes in an agile environment.** 2014.
- [17] FABBRI, S. C. P. F. E. A. **A atividade de teste sob a perspectiva de qualidade de software.** *Revista TIS*, 2(3), 2013.
- [18] FAROOQ, A. E. A. **Research directions in verification & validation process improvement.** *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 32(4):3, 2007.
- [19] FERREIRA-NETO, O. N. B. E. A. **Metodologia para configuração de instrumentos para auxiliar iniciativas de melhoria do processo de teste de software multi-modelos baseadas no mpt. br e tmmi-doi 10.5752/p. 2316-9451.2013 v2n1p3.** *Abakós*, 2(1):3–31, 2013.
- [20] FOUNDATION, T. **Assessment certification.** acessado em 27/01/2016.
- [21] FURTADO, A. P. C. C. E. A. **Mpt. br: A brazilian maturity model for testing.** In: *Quality Software (QSIC), 2012 12th International Conference on*, p. 220–229. IEEE, 2012.
- [22] GELPERIN, D. E. A. **The growth of software testing.** *Commun. ACM*, 31(6):687–695, June 1988.
- [23] HAM, M. E. A. **Developing an approach for test process improvement.** 2001.
- [24] HE, Y. E. A. **Measuring and assessing software test processes using test data.** In: *High Assurance Systems Engineering, 2000, Fifth IEEE International Symposium on. HASE 2000*, p. 259–264. IEEE, 2000.

- [25] HELVINGER, L. G. E. A. **Um sistema web para apoio ao gerenciamento de atividades de teste de software em pequenas empresas.** 2008.
- [26] HÖHN, E. N. **KITest: Um arcabouço de conhecimento e melhoria de processo de teste.** PhD thesis, Universidade de São Paulo, 2012.
- [27] HONGYING, G. E. A. **An empirical implementation of peer review in software development.** In: *Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII), 2011 International Conference on*, volume 3, p. 141–144. IEEE, 2011.
- [28] HWANG, S. **Software test capability improvement through a lightweight test process.** *Journal of Security Engineering*, 9(6), 2012.
- [29] IEEE. **IEEE 829 Standard for Software and System Test Documentation**, 1998.
- [30] JACOBS, J.; MOLL, J.; SOTOKES, T. **The processes of test processes improvement.** *Xootic Magazine*, 2000.
- [31] JACOBS, J. E. A. **Towards a metrics based verification and validation maturity model.** In: *Software Technology and Engineering Practice, 2002. STEP 2002. Proceedings. 10th International Workshop on*, p. 123–128. IEEE, 2002.
- [32] JACOBS, J. **Development & validation of a metric based test maturity model.** In: *EUROSTAR 2001: Proceedings of the 9th European International Conference on Software Testing Analysis & Review*, 2001.
- [33] JUNG, E. **A test process improvement model for embedded software developments.** In: *Quality Software, 2009. QSIC'09. 9th International Conference on*, p. 432–437. IEEE, 2009.
- [34] KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews.** *Keele, UK, Keele University*, 33:1–26, 2004.
- [35] KITCHENHAM, B. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.** Technical report, 2007.
- [36] KUMAR, H. E. A. **Emergence of testing maturity model.** *Integration*, 4:3, 2009.
- [37] LEE, C. **Adapting and adjusting test process reflecting characteristics of embedded software and industrial properties based on referential models.** In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human*, p. 1372–1377. ACM, 2009.

- [38] MAURYA, V. N. E. A. **Product quality improvement and project assessment using test maturity model integrated (tmmi)**. 2013.
- [39] MCFEELEY, R. **Ideal: A user's guide for software process improvement**. 1996.
- [40] MYERS, G. J. E. A. **The art of software testing**. 2011.
- [41] OCHNER, J. **Uma abordagem para implantação de testes baseada em metodologias ágeis**. Master's thesis, 2008.
- [42] OCHNER, J. E. A. **Abordagem para implantação de testes baseada no tmm e em práticas ágeis**. p. 15, 2008.
- [43] OH, H. E. A. **Optimizing test process action plans by blending testing maturity model and design of experiments**. In: *Quality Software, 2008. QSIC'08. The Eighth International Conference on*, p. 57–66. IEEE, 2008.
- [44] OLIVEIRA-JÚNIOR, N. C. **Uma proposta de uso do tmmi para melhoria da capacidade nas áreas de verificação e validação do cmmi**. Master's thesis, 2010.
- [45] RANA, K. K. E. A. **Bringing maturity to test [software testing]**. *Electronics Systems and Software*, 3(2):32–35, 2005.
- [46] RICARDO, D. R. R. **Proposta de processo para testes exploratórios aderente ao tmmi nível 2**. Master's thesis, 2010.
- [47] RYU, H. E. A. **A strategic test process improvement approach using an ontological description for mnd-tmm**. In: *Computer and Information Science, 2008. ICIS 08. Seventh IEEE/ACIS International Conference on*, p. 561–566. IEEE, 2008.
- [48] SANZ, A. E. A. **A proposal of a process model to create a test factory**. In: *Software Quality, 2009. WOSQ'09. ICSE Workshop on*, p. 65–70. IEEE, 2009.
- [49] SCHWABER, K. **Agile project management with scrum**. 2004.
- [50] SEI. **CMMI-DEV**. Software Engineering Institute, nov. 2010.
- [51] SOFTEX. **MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro**. Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro, Brasil, dec. 2012.
- [52] STEINER, M. E. A. **Make test process assessment similar to software process assessment—the test spice approach**. *Journal of Software: Evolution and Process*, 24(5):471–480, 2010.
- [53] TAYAMANON, T. E. A. **Tmm appraisal assistant tool**. In: *Systems Engineering (ICSEng), 2011 21st International Conference on*, p. 329–333. IEEE, 2011.

- [54] TMMi. **TMMi Assessment Method Application Requirements**. Foundation TMMi, Ireland, 2009.
- [55] TMMi. **Test Maturity Model integration (TMMi)**. Foundation TMMi, Ireland, 2012.
- [56] VAN VEENENDAAL, E.; CANNEGIETER, J. J. **Testing maturity – where are we today? results of the first tmmi benchmark**. Technical report, 2013.
- [57] VEENENDAAL, E. V. **Istqb standard glossary of terms used in software testing**. Technical report, 2010.
- [58] VEENENDAAL, E. V. E. A. **Test process improvement using tmmi**. *Testing Experience: The Magazine for Professional Testers*, 3:21–25, 2008.
- [59] VEENENDAAL, E. V. E. A. **Test maturity model integration (tmmi)**. *TMMi Foundation*, 2013.

Plano de Avaliação

A.1 Propósito da avaliação

TMMi tem uma arquitetura para melhoria de processos. Ele contém níveis, através do qual uma organização poderá evoluir seu processo de teste de “não gerenciado” até “otimizado”. O TMMi é dividido em 5 níveis de maturidade, nível 1 Inicial, nível 2 Gerenciado, nível 3 Definido, nível 4 Mensurado e nível 5 Otimizado. Para atingir um determinado nível, todas as práticas do nível anterior devem ser contempladas satisfatoriamente. E toda organização que possui algum esforço de teste já está no nível 1. A fim de aferir a maturidade de teste de uma empresa são aplicadas avaliações.

Para realização de avaliações que indicam a maturidade de empresas, a Fundação TMMi disponibiliza através do documento TAMAR (*TMMi Assessment Method Application Requirements*) os requisitos obrigatórios em avaliações de nível de maturidade. Neste documento são apresentados os tipos de avaliações junto ao TMMi, sendo elas: Formal e Informal.

A avaliação formal exige o cumprimento de todos os itens descritos no TAMAR além de possuir um alto grau de rigor. Nesse tipo é necessário que a equipe de avaliação tenha um assessor credenciado ao TMMi. Ao final os dados e evidências coletados são enviados à Fundação TMMi para análise de viabilidade e confirmação das práticas específicas e genéricas, a fim de buscar o certificado internacional de maturidade em teste de software.

A avaliação informal não possui o rigor exigido quanto à avaliação formal. Nesta, será garantido uma verificação rápida de maturidade atribuindo uma visão indicativa do nível da organização. Para realização, não é necessário o envolvimento de um assessor credenciado ao TMMi, pois o conhecimento das práticas, subpráticas e sua aplicabilidade são suficientes. Ao final haverá um indicador da maturidade da organização, porém este não reconhecido com a certificação em maturidade de teste pelo TMMi.

A avaliação que será aplicada seguirá os requisitos descritos no TAMAR para avaliação informal. Ao final será disponibilizado às partes interessadas o indicador de maturidade da organização, além de todos os artefatos produzidos e descritos nesse plano.

A.2 Escopo

A avaliação informal prevista contemplará o processo de teste da organização e abrangerá todo o nível de maturidade 2 do guia de referência TMMi: Nível Gerenciado. O indicativo da situação da organização quanto ao seu processo de teste será apresentado ao final do processo de avaliação, em documento específico denominado Relatório de Avaliação.

O Nível Gerenciado contempla as seguintes áreas de processo: Política e Estratégia de Teste, Planejamento de Teste, Monitoramento e Controle de Teste, Projeto e Execução dos Testes e, Ambiente de Teste. Cada área de processo possui um conjunto de questões que fazem referência as práticas específicas e genéricas.

A.3 Restrições

Por se tratar de avaliação informal, teremos as seguintes restrições:

- O nível indicado no relatório de avaliação não será oficialmente aceito como certificado de maturidade TMMi. O indicador é resultante da verificação rápida das práticas genéricas e específicas das áreas de processo do modelo TMMi.
- A avaliação cobrirá somente o *Nível 2 – Gerenciado*.
- A organização estará ciente que os dados coletados na avaliação poderão ser empregados em trabalhos científicos.
- A política de privacidade será preservada, conforme apresentada no documento TAMAR.

A.4 Método de avaliação

A avaliação envolve a aplicação de um Instrumento de Avaliação que abrange todos as áreas de processos e objetivos do Nível 2 do modelo TMMi. As propriedades do instrumento são apresentadas na Subseção [A.4.1](#).

O processo de avaliação é dividido em cinco etapas: (i) Planejamento; (ii) Preparação; (iii) Aplicação; (iv) Análise de Resultados; e (v) Fechamento. Cada etapa é composta por um conjunto de atividades, conforme Figura [A.1](#).

A etapa **Planejamento** consiste no grupo de atividades que planejam o processo de avaliação. As atividades envolvem a definição das datas importantes, papéis e responsabilidades.

A etapa **Preparação** visa contextualizar os envolvidos quanto ao modelo de maturidade e ao instrumento de avaliação, e ajustar o instrumento para a avaliação.

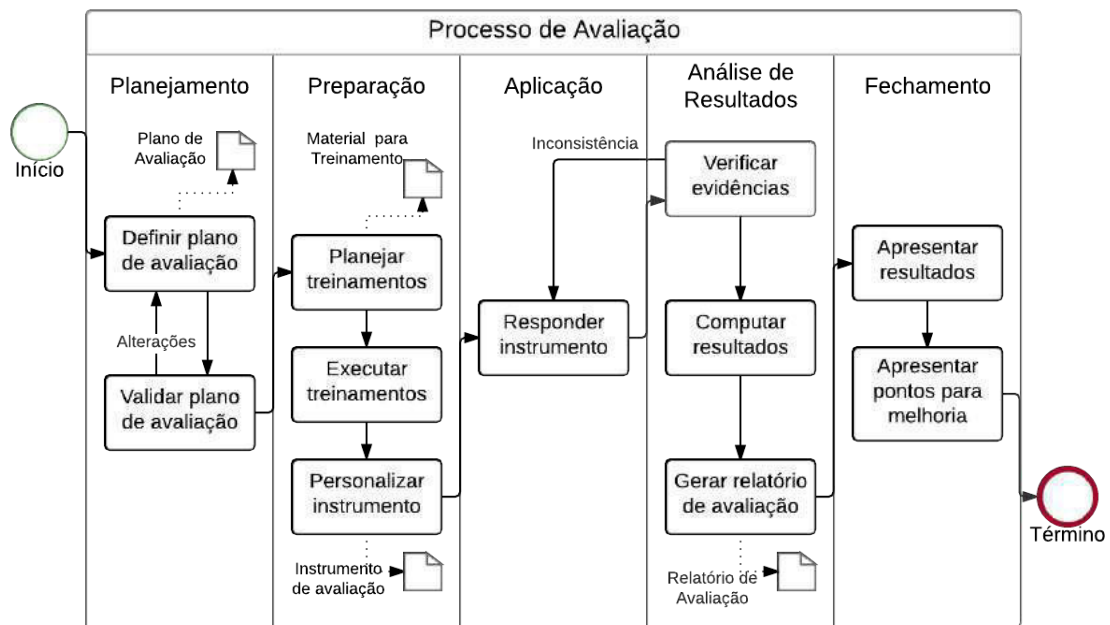


Figura A.1: Processo proposto para a Avaliação de Maturidade, em conformidade com o TAMAR.

A etapa **Aplicação do Instrumento** possui a atividade Responder Instrumento, que é realizada pelos respondentes e acompanhada de forma presencial pela equipe de apoio, para fornecer auxílio em relação ao entendimento das perguntas e à associação de evidências.

A etapa **Análise de Resultados** as atividades são atribuídas à equipe de apoio, e prevê a análise dos dados e evidências coletadas e a geração do Relatório de Avaliação, contendo o grau de satisfação do nível e suas áreas de processo.

A etapa de **Fechamento** consiste na formalização da conclusão do processo de avaliação com todos os envolvidos e a gerência da organização. A condução das atividades é de responsabilidade do líder da avaliação.

A.4.1 Instrumento de avaliação

O instrumento de avaliação é organizado em quatro pastas:

- *Pasta 1 - Resumo do cronograma:* breve cronograma de atividades da aplicação e a data de realização das mesmas.
- *Pasta 2 - Perfil do respondente:* caracterizar o perfil de conhecimento e experiência profissional do responsável pelo preenchimento do instrumento.
- *Pasta 3 - Questionário de avaliação:* perguntas quanto às práticas do modelo de maturidade e a associação de evidências.

As perguntas do questionário correspondem as subpráticas das áreas de processo. Elas foram agrupadas conforme uma classificação da finalidade da atividade, sendo:

- *Preparação*: atividades que realizam decisões, planejamentos, elaborações ou definições de artefatos da área de processo em avaliação;
- *Aplicação*: atividades com o intuito de coletar, executar e analisar rotinas ligadas à área de processo e que utilizam as definições do grupo Preparação;
- *Monitoramento*: atividades para fiscalizar e realizar correções necessárias nos artefatos e tarefas relacionadas à área de processo;
- *Revisão*: atividades relacionadas à realização de verificação nos artefatos produzidos pelo processo de teste e indicação de melhorias nos mesmos;
- *Comunicação*: atividades que fornece informações produzidas na área de processo para os interessados, internos e/ou externos, a equipe de teste.

Cada questão deverá receber uma resposta, sendo elas:

- **Não**: Atividade não estabelecida ou não executada.
- **Parcialmente**: Atividade prevista no processo e realizada, mas não possui evidências.
- **Sim**: Atividade prevista no processo, realizada e possui evidências. Cada resposta “Sim”, deve ser indicada uma evidência que comprove a execução da atividade descrita na questão.

A.5 Recursos

- Avaliador (Equipe de apoio)
- Responsável pela organização
- Equipe de teste que utiliza o processo em avaliação.
- Local para reuniões.
- Disponibilidade do responsável pela organização para preenchimento dos Instrumentos e reuniões.

A.6 Responsabilidades

Nome	Papéis	Responsabilidades
	Equipe de apoio	Responsável pelo planejamento, fornecimento dos Instrumentos de avaliação, cumprimento do TAMAR, esclarecimento de dúvidas sobre as questões, análise dos dados e evidências coletadas, geração dos artefatos, preparação e execução dos treinamentos e reuniões.
	Responsável pela organização	Responsável por fornecer estrutura para avaliação, preenchimento dos Instrumentos, veracidade dos dados preenchidos e validação das análises realizadas.
	Respondente	Participar das reuniões, treinamentos e preenchimento do instrumento de avaliação.

Tabela A.1: *Responsabilidades na Avaliação*

A.7 Cronograma de Atividades

Data/Hora	Escopo	Participantes
	Reunião inicial para validação do plano de avaliação e objetivos da avaliação.	
	Treinamento Modelo de Maturidade e Instrumento de Avaliação	
	Responder Instrumento	
	Verificar evidências	
	Computar resultados	
	Apresentar resultados e pontos de melhoria	

Tabela A.2: *Cronograma de Avaliação*

A.8 Critério de competência da avaliação

Para realização de uma avaliação informal deve considerar os itens:

- Equipe de avaliação: Maior que 1 membro.
- O avaliador deve possuir conhecimento sobre o Modelo TMMi e o instrumento de avaliação;
- As evidências poderão ser entrevistas, documentos, questionários, pesquisas com clientes.

- Não é necessário o envio dos dados ao TMMi.
- A avaliação será somente para verificação do nível de maturidade de teste da organização.

A.9 Critérios de sucesso

- Execução do Plano de Avaliação.
- Cumprimento dos requisitos exigidos pelo TAMAR.
- Cumprimento das exigências do nível pretendido.
- Apresentação do indicador de nível atingido.

A.10 Saídas da avaliação

- Indicador de nível atingido.
- Artefatos gerados na avaliação, Plano de avaliação, Instrumento de avaliação preenchido e Relatório de Resultados.
- Levantamento de dúvidas e dificuldades no preenchimento dos Instrumentos de avaliação;

Instrumento de Avaliação

B.1 Pasta 1 - Cronograma da Avaliação

Principais atividades	Data de início	Data de término
Validação do plano de avaliação		
Treinamento Modelo de Maturidade		
Treinamento Instrumento de Avaliação		
Personalizar o Instrumento		
Responder Instrumento		
Verificar evidências		
Computar resultados		
Apresentar resultados e pontos de melhoria		

Tabela B.1: *Cronograma da Avaliação Proposta*

B.2 Pasta 2 - Perfil do Respondente

Os dados não serão utilizados para identificar o respondente.

1. Formação acadêmica (graduação em):

- Área da Computação
- Área do negócio da empresa
- Outra área? Qual?

CONHECIMENTOS DO RESPONDENTE

2. Tempo de experiência em desenvolvimento de software? __anos

3. Tempo de experiência em testes de software? __anos

4. Experiência em atividades ligadas ao desenvolvimento de software:

- Correção de defeitos
- Desenvolvimento de novos produtos
- Análise de requisitos
- Gerenciamento de projetos
- Outras atividades? Quais?

5. Com relação a PROCESSOS DE TESTE:

- Tempo de Experiência prática: __anos
- Possui o conhecimento teórico provindo de:
 - Livros e artigos
 - Artigos da internet
 - Cursos
 - Certificações

6. Com relação aos MODELOS DE MATURIDADE OU DE MELHORIA.

Exemplos: CMM (Capability Maturity Model - Integration), CMMi (Capability Maturity Model - Integration), MPS.BR (Melhoria de Processo do Software Brasileiro).

- Tempo de Experiência prática: __anos
- Possui o conhecimento teórico provindo de:
 - Livros e artigos
 - Artigos da internet
 - Cursos

Certificações

7. Com relação aos MODELOS DE MATURIDADE DE TESTE.

Exemplos: TMM (Test Maturity Model), TMMi (Test Maturity Model integration), MPT.BR (Melhoria de Processo de Teste Brasileiro) e TPI (Test Process Improvement).

- Tempo de Experiência prática: __anos
- Possui o conhecimento teórico provindo de:

Livros e artigos

Artigos da internet

Cursos

Certificações

CONHECIMENTO EM RELAÇÃO À EMPRESA

8. Tempo em que trabalha na empresa? __anos

9. Qual o nível de esforço dedicado pela empresa para as atividades de teste?

(Sendo: 0 – Nenhum, 1 – Muito pouco, 2 – Pouco, 3 – Mediano, 4 – Alto e 5 – Altíssimo.)

10. Qual o nível de seu envolvimento com o planejamento e execução das atividades do processo de teste na empresa?

(Sendo: 0 – Nenhum, 1 – Muito pouco, 2 – Pouco, 3 – Mediano, 4 – Alto e 5 – Altíssimo.)

11. Quais as principais atividades, quanto aos testes, realizadas na empresa. () Documentar o processo de teste

Casos de teste

Testes exploratórios

Testes de regressão

Testes de requisitos

Retestar defeitos corrigidos

Preparar ambiente de teste

Revisar artefatos de teste

Apresentar resultados aos interessados

Outras atividades? Quais?

B.3 Pasta 3 - Questionário

O Modelo TMMi (*Test Maturity Model integration*) é um modelo detalhado para a melhoria de processos de teste. O TMMi utiliza o conceito de níveis de maturidade, áreas de processo, objetivos e práticas.

O questionário busca coletar dados para avaliar os processos de teste da empresa com relação ao Nível 2 do modelo: Gerenciado. Este nível é composto por cinco áreas de processo, conforme pode ser observado na Figura B.1.



Figura B.1: Áreas de processo do nível 2 TMMi

Como responder o questionário?

O questionário é composto de perguntas objetivas. Para responder uma pergunta, é necessário avaliar se a atividade associada é realizada no âmbito dos processos de teste da empresa. As respostas possíveis para uma pergunta são: “Sim”, “Não” ou “Parcialmente”.

A resposta “Sim” deve ser selecionada quando a empresa realiza a atividade e, nesse caso, o respondente deverá associar uma evidência para comprovar a execução da atividade.

A resposta “Parcialmente” deve ser utilizada quando a empresa realiza a atividade, mas não possui evidência para comprovar sua execução.

A resposta “Não” deve ser indicada quando a empresa não realiza a atividade e não está previsto no processo de teste institucionalizado. Como estão organizadas as questões

As questões estão agrupadas pela natureza da atividade a que se referem: Preparação, Aplicação, Monitoramento, Revisão, Comunicação e Organização. A Tabela B.2 traz uma breve descrição de cada grupo e os prefixos utilizados na identificação das questões.

Grupo	Prefixo	Descrição
Preparação	PRE_	Decidir e planejar artefatos importantes da área.
Aplicação	APL_	Coletar, executar e analisar rotinas ligadas à área.

Monitoramento	MON_	Fiscalizar e realizar correções necessárias em artefatos e tarefas da área.
Revisão	REV_	Verificar artefatos produzidos e indicar melhorias nos mesmos.
Comunicação	COM_	Fornecer informações da área para os interessados, internos e/ou externos, a equipe de teste.
Organização	ORG_	Explorar o tratamento da área pela organização

Tabela B.2: Descrição e prefixo das categorias de classificação das questões

A planilha apresentada aos respondentes seguem a estrutura demonstrada na Figura B.2. Para exibição neste trabalho, retirou-se da estrutura original para fins de organização.

POLÍTICA E ESTRATÉGIA DE TESTES		
<p>Informações de apoio: <u>Objetivos de teste:</u> encontrar falhas e defeitos em determinadas partes do software e colaborar na melhoria do produto. <u>Objetivo do negócio:</u> satisfazer as necessidades dos clientes da sua área de atuação. <u>Políticas de testes:</u> Orientações, objetivos, definições e visões estratégicas sobre os testes dos produtos de software. <u>Riscos Genéricos do produto:</u> ameaça potencial a todo o projeto. <u>Estratégias de teste:</u> aborda os riscos genéricos dos produtos e tratam os riscos de acordo com a política de testes. <u>Precaução e tratamento aos riscos:</u> alternativas que abrandam a situação quanto à ocorrência do risco. <u>Indicadores de desempenho de testes:</u> métrica para verificação de esforço, custo, prazo de execução, números de defeitos, percentual de defeitos encontrados. <u>Níveis de teste:</u> atividades de teste realizadas pela organização, tais como: teste unitário, integração e aceitação.</p>		
<p>Informações para empresa: Exemplos de evidências: - relatório de desempenho de testes; - atas de reuniões de apresentação de resultados.</p>		<p>Não: Atividade não estabelecida ou não executada. Parcialmente: Atividade prevista no processo e realizada, mas não possui evidências. Sim: Atividade prevista no processo, realizada e possui evidências.</p>
QUESTÕES	RESPOSTA	EVIDÊNCIAS
PRE_1. Os objetivos de teste são definidos com base nos objetivos e necessidades do negócio?		
PRE_2. As políticas de testes são definidas conforme os objetivos de teste e alinhadas às necessidades da organização?		

Figura B.2: Estrutura do questionário proposto

A seguir são apresentadas as informações pertinentes a cada área de processo e suas questões.

B.3.1 Política e Estratégia de Testes

- **Informações de apoio:**

- *Objetivos de teste:* encontrar falhas e defeitos em determinadas partes do software e colaborar na melhoria do produto.
- *Objetivo do negócio:* satisfazer as necessidades dos clientes da sua área de atuação.

- *Políticas de testes*: Orientações, objetivos, definições e visões estratégicas sobre os testes dos produtos de software.
 - *Riscos Genéricos do produto*: ameaça potencial a todo o projeto.
 - *Estratégias de teste*: aborda os riscos genéricos dos produtos e tratam os riscos de acordo com a política de testes.
 - *Precaução e tratamento aos riscos*: alternativas que abrandam a situação quanto à ocorrência do risco.
 - *Indicadores de desempenho de testes*: métrica para verificação de esforço, custo, prazo de execução, números de defeitos, percentual de defeitos encontrados.
 - *Níveis de teste*: atividades de teste realizadas pela organização, tais como: teste unitário, integração e aceitação.
- **Informações para empresa**: <informações sobre o processo da empresa quanto à área em avaliação>
 - **Exemplos de evidências**:
 - relatório de desempenho de testes;
 - atas de reuniões de apresentação de resultados.
 - **Legenda para indicação de respostas**:
 - **Não**: Atividade não estabelecida ou não executada.
 - **Parcialmente**: Atividade prevista no processo e realizada, mas não possui evidências.
 - **Sim**: Atividade prevista no processo, realizada e possui evidências.

QUESTÕES

- PRE_1. Os objetivos de teste são definidos com base nos objetivos e necessidades do negócio?
- PRE_2. As políticas de testes são definidas conforme os objetivos de teste e alinhadas às necessidades da organização?
- PRE_3. São identificados os interessados que colaboram na definição dos riscos genéricos do produto?
- PRE_4. Os riscos genéricos do produto são definidos a partir de parâmetros pré-determinados e indicam as consequências, probabilidade e categorias de seus grupos?
- PRE_5. São definidas medidas de precaução e tratamento de riscos genéricos do produto?
- PRE_6. A definição das políticas de teste considerou os níveis de teste?
- PRE_7. As estratégias de teste consideram os objetivos e política de teste?

- PRE_8. Foram definidos indicadores de desempenho de testes conforme os objetivos e política de teste?
- PRE_9. Está definido o método de coleta, armazenamento, análise e apresentação dos indicadores de desempenho?
- APL_1. Os indicadores de desempenho do teste são aplicados?
- APL_2. Os dados coletados pelos indicadores de desempenho são analisados e interpretados?
- APL_3. Os dados coletados pelos indicadores de desempenho são gerenciados e armazenados?
- REV_1. Os objetivos de teste são revisados periodicamente?
- REV_2. Os objetivos de teste são revisados com os interessados?
- REV_3. As políticas de teste são revisadas periodicamente?
- REV_4. As políticas de teste são revisadas com os interessados?
- REV_5. Os riscos genéricos do produto são revisados periodicamente?
- REV_6. Rever e obter um acordo com os interessados sobre a integralidade, categoria e nível de prioridade dos riscos.
- REV_7. As estratégias de teste são revisadas periodicamente?
- REV_8. Os indicadores de desempenho são revisados pelos interessados?
- COM_1. São apresentadas as políticas de testes aos interessados?
- COM_2. As estratégias de testes são apresentadas aos interessados?
- COM_3. Os dados coletados pelos indicadores são apresentados aos interessados, e fornecido apoio quanto ao entendimento?
- ORG_1. Está previsto, na cultura da empresa, a manutenção e revisão das Políticas e Estratégias de Teste?
- ORG_2. Ao planejar o processo, forma incluídas as Políticas e Estratégias de Teste como atividade?
- ORG_3. Foram fornecidos os recursos adequados para a definição de Políticas e Estratégias de Teste?
- ORG_4. Foram designadas responsabilidades aos envolvidos na definição de Políticas e Estratégias de Teste?
- ORG_5. Foi realizado treinamento com os envolvidos na definição e manutenção das Políticas e Estratégias de Teste?
- ORG_6. Foram coletados os artefatos gerados na definição das Políticas e Estratégias de Teste e submetidos ao controle de configuração?
- ORG_7. Foram identificados e envolvidos os interessados no planejamento das Políticas e Estratégias de Teste?
- ORG_8. São monitoradas as Políticas e Estratégias de Teste?
- ORG_9. São realizadas ações de correção e melhoria nas Políticas e Estratégias de

Teste?

- ORG_10. A aderência das Políticas e Estratégias de Teste foi avaliada quanto ao processo de teste?
- ORG_11. As Políticas e Estratégias de Teste foram revisadas pela alta gerência?

B.3.2 Planejamento de Teste

- **Informações de apoio:**

- *Testes de regressão*: verificar a conformidade das principais funcionalidades na nova versão da aplicação.
- *Ferramenta de apoio*: suporte na realização/documentação do teste, ex. Testlink.
- *Inconformidade*: fora do padrão definido na estratégia ou dos resultados esperados para teste.
- *Etapas do teste*: atividades de teste realizadas pela organização, tais como: teste unitário, integração e aceitação.
- *Ação corretiva*: rotina alterativa caso ocorra impedimentos no planejamento.
- *Nível do risco*: indicação da prioridade do risco (ex: Alto, médio...)
- *Plano de teste*: planejamento das atividades a serem realizadas, os métodos, capacidades necessárias, métricas e acompanhamento do processo.
- *Matriz de rastreabilidade*: associação dos riscos do produto, apresentando a dependência entre eles.
- *Estimativa de teste*: tempo, esforço e recurso necessário para execução da tarefa.
- *Integralidade*: cobertura dos requisitos associados ao teste.

- **Informações para empresa**: <informações sobre o processo da empresa quanto à área em avaliação>

- **Exemplos de evidências:**

- lista de funcionalidades a serem testadas;
- atas de reuniões de apresentação de resultados.

- **Legenda para indicação de respostas:**

- **Não**: Atividade não estabelecida ou não executada.
- **Parcialmente**: Atividade prevista no processo e realizada, mas não possui evidências.
- **Sim**: Atividade prevista no processo, realizada e possui evidências.

QUESTÕES

- PRE_1. São definidas categorias e agrupam-se os riscos do produto?
- PRE_2. São definidos critérios para avaliar e mensurar a probabilidade e impacto do risco?
- PRE_3. Existe a limitação dos níveis de teste para cada risco do produto?
- PRE_4. Existe a priorização do tratamento quanto aos riscos do produto?
- PRE_5. Existe a listagem dos produtos que são priorizados na execução do teste?
- PRE_6. Existe uma abordagem para avaliar os produtos que serão utilizados no teste?
- PRE_7. Há uma metodologia para reteste?
- PRE_8. Há uma metodologia para os testes de regressão?
- PRE_9. São identificadas todas as ferramentas que apoiaram o teste?
- PRE_10. São listadas as restrições com relação à forma de testar?
- PRE_11. A metodologia de teste é alinhada à estratégia de teste da organização?
- PRE_12. As inconformidades encontradas na estratégia de teste são documentadas?
- PRE_13. São definidos os conjuntos de entradas e saídas para os testes?
- PRE_14. São definidos os conjuntos de entradas e saídas relacionadas à qualidade do produto?
- PRE_15. São indicados os critérios que geram a suspensão total ou parcial das tarefas de teste?
- PRE_16. São indicados os critérios que permitem a retomada das tarefas de testes?
- PRE_17. São listados os produtos externos utilizados no teste?
- PRE_18. São listados os produtos de teste que serão reutilizados?
- PRE_19. São identificadas as tarefas de apoio aos testes, como gerenciamento de testes, reuniões, gerenciamento de configuração, etc.?
- PRE_20. Existe a definição das etapas do teste, com distinção de tarefas e suas dependências?
- PRE_21. Existem estimativas quanto às tarefas e esforço relacionados ao teste?
- PRE_22. Existe a definição de um cronograma para teste?
- PRE_23. Existe o planejamento de uma ação corretiva para o plano de teste, para aderir às alterações?
- PRE_24. Os recursos humanos possuem conhecimento e habilidades para executar as tarefas de teste?
- PRE_25. São listados e priorizados os riscos do projeto de teste?
- PRE_26. Existe tratamento, precaução e análise de impacto para os riscos de teste de alta prioridade?
- PRE_27. Há uma matriz de rastreabilidade de riscos de produto? PRE_28. É estabelecido um plano de teste?
- PRE_29. Está documentado o nível do risco e a origem de cada recurso envolvido

no teste?

- APL_1. As estimativas de teste, incluindo as informações associadas, são armazenadas?
- APL_2. Os riscos de projeto são analisados quanto à probabilidade e impacto?
- APL_3. Analisa-se as diferenças entre as estimativas de teste e os recursos disponíveis?
- REV_1. Os riscos são revisados conforme as atribuições de teste?
- REV_2. Todos os riscos são revisados com os interessados com relação à integralidade, as categorias e níveis de prioridade?
- REV_3. Todos os riscos são frequentemente revisados?
- REV_4. A lista de itens a serem testadas é revisada com os interessados?
- REV_5. É revisada a abordagem de teste?
- REV_6. São revisados os critérios de entrada e saída?
- REV_7. O plano de teste é revisado pelos interessados?
- ORG_1. Está previsto, na cultura da empresa, a manutenção e revisão do Planejamento de Testes?
- ORG_2. Ao planejar o processo, foram incluídas o Planejamento de Testes como atividade?
- ORG_3. Foram fornecidos os recursos adequados para a definição de Planejamento de Testes?
- ORG_4. Foram designadas responsabilidades aos envolvidos na definição de Planejamento de Testes?
- ORG_5. Foi realizado treinamento com os envolvidos na definição e manutenção do Planejamento de Testes?
- ORG_6. Foram coletados os artefatos gerados na definição do Planejamento de Testes e submetidos ao controle de configuração?
- ORG_7. Foram identificados e envolvidos os interessados no planejamento do Planejamento de Testes?
- ORG_8. É monitorado o Planejamento de Testes?
- ORG_9. São realizadas ações de correção e melhoria no Planejamento de Testes?
- ORG_10. A aderência do Planejamento de Testes foi avaliada quanto ao processo de teste?
- ORG_11. O Planejamento de Testes foi revisado pela alta gerência?

B.3.3 Monitorar e Controlar o Teste

- **Informações de apoio:**

- *Medidas:* atividades que devem ser realizadas quando são localizados defeitos

no produto.

- *Critérios de entrada*: condições para a realização do teste.
- *Critérios de saída*: condição esperada no fim do teste.
- Os recursos para o processo de teste incluem: maquinário, ambiente, conhecimento e habilidade dos recursos humanos.

- **Informações para empresa**: <informações sobre o processo da empresa quanto à área em avaliação>

- **Exemplos de evidências**:

- políticas de revisões;
- relatório de incidentes e andamento da correção;
- atas de reuniões de apresentação de resultados.

- **Legenda para indicação de respostas**:

- **Não**: Atividade não estabelecida ou não executada.
- **Parcialmente**: Atividade prevista no processo e realizada, mas não possui evidências.
- **Sim**: Atividade prevista no processo, realizada e possui evidências.

QUESTÕES

- PRE_1. São identificadas e documentadas as alterações da estimativa do plano de teste?
- PRE_2. São determinadas e documentadas as ações realizadas para resolver os problemas identificados?
- PRE_3. São identificadas e documentadas as tarefas que descrevem as alterações e o impacto dos desvios na estimativa de planejamento do plano de teste?
- PRE_4. São identificadas e documentadas as medidas para os defeitos encontrados e os desvios?
- PRE_5. São identificados os critérios de entrada em ações de melhoria para suprir os desvios do plano?
- PRE_6. São identificados os desvios quanto aos critérios de saída no plano de teste?
- PRE_7. São identificados e documentados os problemas e desvios do plano de teste que impactam na qualidade do produto?
- PRE_8. São documentados os resultados das decisões tomadas?
- PRE_9. Quando realizadas ações de suspensão há a adoção de ações corretivas nos testes?
- PRE_10. Os testes são retomados logo em seguida a solução dos problemas?
- PRE_11. São coletadas e analisadas as medidas de controle de qualidade do produto?

- PRE_12. Os dados de controle de qualidade são analisados?
- PRE_13. Quando não é possível realizar uma atividade do teste, é realizada uma negociação entre os envolvidos?
- PRE_14. As ações de correção são analisadas?
- PRE_15. Os resultados das ações corretivas são analisados para verificar a eficácia?
- PRE_16. São coletadas e analisadas as medidas de monitoramento do teste?
- PRE_17. São verificados os artefatos envolvidos com o critério de entrada e saídas identificado no plano de teste?
- MON_1. O cronograma de teste é monitorado?
- MON_2. Os custos e esforço de teste são monitorados?
- MON_3. Os atributos do teste e suas tarefas são monitorados?
- MON_4. É monitorada a utilização dos recursos fornecidos para execução do teste?
- MON_5. As alterações e suspensões do teste providas de novos produtos, requisitos ou riscos são monitoradas?
- MON_6. O tratamento de riscos de teste apresentados no plano é monitorado?
- MON_7. Os critérios de entrada e critérios de saída apresentados no plano são monitorados?
- MON_8. Os critérios de suspensão e retomada do teste são monitorados?
- MON_9. As ações corretivas para conclusão do objetivo do teste são monitoradas?
- MON_10. Há atualização do plano de teste conforme as atualizações realizadas?
- REV_1. As atividades de teste são revistas com frequência?
- REV_2. Os riscos de projeto com relação à situação são revisados?
- REV_3. A documentação dos riscos de projeto é revisada quando existem alterações?
- REV_4. São realizadas revisões quanto ao progresso de teste com base no cronograma de testes?
- REV_5. Os recursos do ambiente de teste são revisados?
- REV_6. É revisado o status dos defeitos e critérios de saída?
- REV_7. São revisadas as avaliações de qualidade do produto com as partes interessadas?
- COM_1. As partes interessadas são comunicadas quanto ao progresso e desempenho dos testes?
- COM_2. As partes interessadas são comunicadas com relação aos status dos riscos e qualidade do produto?
- COM_3. A comunicação sobre a qualidade do produto é realizada por relatório específico?
- ORG_1. Está previsto, na cultura da empresa, a manutenção e revisão do Monitoramento e Controle de Testes?

- ORG_2. Ao planejar o processo, foram incluídas ao Monitoramento e Controle de Testes como atividade?
- ORG_3. Foram fornecidos os recursos adequados para a definição de Monitoramento e Controle de Testes?
- ORG_4. Foram designadas responsabilidades aos envolvidos na definição de Monitoramento e Controle de Testes?
- ORG_5. Foi realizado treinamento com os envolvidos na definição e manutenção do Monitoramento e Controle de Testes?
- ORG_6. Foram coletados os artefatos gerados na definição do Monitoramento e Controle de Testes e submetidos ao controle de configuração?
- ORG_7. Foram identificados e envolvidos os interessados no planejamento do Monitoramento e Controle de Testes?
- ORG_8. São monitorados o Monitoramento e Controle de Testes?
- ORG_9. São realizadas ações de correção e melhoria no Monitoramento e Controle de Testes?
- ORG_10. A aderência do Monitoramento e Controle de Testes foi avaliada quanto ao processo de teste?
- ORG_11. O Monitoramento e Controle de Testes foram revisados pela alta gerência?

B.3.4 Projeto e Execução dos Testes

- **Informações de apoio:**
 - *Especificação de projeto de teste:* características, objetivos, cronograma e restrições do projeto de teste. *Casos de Teste:* conjunto de entradas de teste, condições de execução e resultados esperados desenvolvidos para atender um objetivo específico.
 - *Grau do risco:* classificação da ocorrência do risco, ex. alto, médio ou baixo.
 - *Comissão de Controle de Configuração:* definido no Plano de Gerência de Configuração e possui a finalidade de controlar os artefatos de teste.
 - *Verificação do produto:* o produto deve estar em conformidade e pronto para ser testado.
- **Informações para empresa:** <informações sobre o processo da empresa quanto à área em avaliação>
- **Exemplos de evidências:**
 - atas de reuniões de apresentação de resultados;
 - especificação dos casos de teste;
- **Legenda para indicação de respostas:**

- **Não:** Atividade não estabelecida ou não executada.
- **Parcialmente:** Atividade prevista no processo e realizada, mas não possui evidências.
- **Sim:** Atividade prevista no processo, realizada e possui evidências.

QUESTÕES

- PRE_1. As técnicas de teste são selecionadas conforme a abordagem de teste documentada?
- PRE_2. Documentar as condições de teste em uma especificação de projeto de teste, com base no padrão de especificação do projeto de teste
- PRE_3. São priorizadas as condições de teste com base nos riscos dos produtos?
- PRE_4. Existe uma documentação de casos de teste?
- PRE_5. A definição dos casos de teste consideram as condições de teste e utiliza técnicas específicas?
- PRE_6. Os casos de testes e seus procedimentos são priorizados conforme o grau do risco do produto associado?
- PRE_7. É definido um checklist para verificar se os produtos estavam prontos para teste?
- PRE_8. É estabelecida uma Comissão de Controle de Configuração que inclui os testes?
- PRE_9. São definidas ações que devem ser realizadas após encontrar um defeito?
- PRE_10. São definidos os dados que serão utilizados para executar os casos de teste?
- APL_1. São documentadas e priorizadas as causas do defeito de teste?
- APL_2. Os dados da execução do teste são registrados?
- APL_3. Os procedimentos são programados conforme o nível de prioridade?
- APL_4. São realizados processo de verificação no produto que será testado?
- APL_5. Os casos de testes são executados conforme sua documentação?
- APL_6. São realizados testes de regressão, quando necessário?
- APL_7. Os defeitos encontrados são classificados e encaminhados para ações de correção?
- APL_8. Os dados da execução do teste são coletados e armazenados para posterior análise?
- APL_9. As correções são retestadas e documentadas?
- APL_10. Os defeitos encontrados são analisados para abstrair novas informações?
- APL_11. São comparados os resultados reais com os esperados?
- MON_1. É mantida a rastreabilidade dos requisitos nas documentações dos testes?
- MON_2. Os conjuntos de dados para testes específicos são submetidos a controle de versão?

- MON_3. Os dados dos testes são armazenados?
- MON_4. São monitorados os logs de teste quando observada uma inconformidade entre resultados do reteste?
- REV_1. As especificações de teste são revisadas com os interessados?
- REV_2. As especificações de teste são revisadas sempre que há alterações?
- REV_3. Os casos de testes são revisados com os interessados?
- REV_4. Os casos de testes são revisados?
- REV_5. As especificações do procedimento de teste são revisadas com os interessados?
- REV_6. São revisados e analisados os defeitos encontrados?
- REV_7. São revisados os níveis de prioridade e grau do defeito de teste?
- REV_8. O cronograma de execução de teste é revisado?
- REV_9. Rever o nível de prioridade e severidade do defeito de teste
- COM_1. É fornecido relatório com as informações sobre os defeitos de teste para os interessados?
- COM_2. Os relatórios são discutidos na reunião da Comissão de Controle de Configuração?
- ORG_1. Está previsto, na cultura da empresa, a manutenção e revisão do Projeto e Execução de Testes?
- ORG_2. Ao planejar o processo, foram incluídos o Projeto e Execução de Testes como atividade?
- ORG_3. Foram fornecidos os recursos adequados para a definição de Projeto e Execução de Testes?
- ORG_4. Foram designadas responsabilidades aos envolvidos na definição de Projeto e Execução de Testes?
- ORG_5. Foi realizado treinamento com os envolvidos na definição e manutenção do Projeto e Execução de Testes?
- ORG_6. Foram coletados os artefatos gerados na definição do Projeto e Execução de Testes e submetidos ao controle de configuração?
- ORG_7. Foram identificados e envolvidos os interessados no planejamento do Projeto e Execução de Testes?
- ORG_8. São monitorados o Projeto e Execução de Testes?
- ORG_9. São realizadas ações de correção e melhoria no Projeto e Execução de Testes?
- ORG_10. A aderência do Projeto e Execução de Testes foi avaliada quanto ao processo de teste?
- ORG_11. O Projeto e Execução de Testes foram revisados pela alta gerência?

B.3.5 Ambiente de Teste

- **Informações de apoio:**

- *Requisitos de ambiente de teste*: necessidades do ambiente de teste e restrições necessárias para que haja a utilização do ambiente para execução dos casos de teste.
- *Material de apoio*: informações que fornecem suporte na preparação do ambiente de teste, apresentando o modo de verificar se o ambiente está pronto para receber o teste, ou sua adequação pra o teste.
- *Checklist de preparação*: requisitos mínimos que devem ser verificados na preparação do ambiente de teste.
- *Apoio técnico*: pessoas que possuem o conhecimento da tecnologia utilizada no ambiente de teste.
- *Log*: Diários de teste e suas características.

- **Informações para empresa**: <informações sobre o processo da empresa quanto à área em avaliação>

- **Exemplos de evidências:**

- atas de reuniões de apresentação de resultados;
- rotina de preparação de ambiente de teste;

-

- **Legenda para indicação de respostas:**

- **Não**: Atividade não estabelecida ou não executada.
- **Parcialmente**: Atividade prevista no processo e realizada, mas não possui evidências.
- **Sim**: Atividade prevista no processo, realizada e possui evidências.

QUESTÕES

- PRE_1. São estabelecidos, documentados e priorizados requisitos para implementação do ambiente de teste?
- PRE_2. Os requisitos identificados para o ambiente de teste influenciam no uso, cronograma ou desempenho dos testes?
- PRE_3. São identificados os riscos que estão relacionados aos requisitos de ambiente de teste?
- PRE_4. Há uma documentação de apoio quanto à preparação do ambiente de teste?
- PRE_5. São criados dados de teste genéricos, que serão utilizados como base para testes?
- PRE_6. Há definição de um checklist de preparação do ambiente de teste?

- PRE_7. O checklist do ambiente é compartilhado com outros grupos de teste?
- PRE_8. São identificados os requisitos de ambiente de teste quando aloca o ambiente para um projeto?
- PRE_9. São documentados os defeitos coletados no ambiente de teste?
- PRE_10. É definido apoio técnico para o ambiente de teste, caso necessário?
- APL_1. Os requisitos do ambiente de testes foram determinados para apoiar o ciclo e abordagem de teste?
- APL_2. Os requisitos de ambiente foram analisados para garantir que são completos e adequam aos recursos disponíveis?
- APL_3. A preparação do ambiente de teste é dada conforme o especificado no plano de teste?
- APL_4. Os testes realizados no ambiente preparado são executados utilizando as especificações definidas para o ambiente de teste?
- APL_5. É verificada a confiabilidade do ambiente de teste?
- APL_6. Os registros de defeitos são de fácil realização e apoiam na análise dos testes?
- MON_1. É gerenciada a segurança, acesso ao ambiente de teste e seus dados?
- MON_2. São armazenados e gerenciados os dados para base para teste?
- MON_3. São monitorados os defeitos relatados pelo ambiente de teste?
- MON_4. Os defeitos são monitorados até que sejam resolvidos?
- MON_5. Existe um diário de defeitos do ambiente de teste?
- REV_1. São revisados os requisitos de ambiente de teste?
- REV_2. São revisados, periodicamente, os componentes do ambiente de teste?
- ORG_1. Está previsto, na cultura da empresa, a manutenção e revisão do Ambiente de Testes?
- ORG_2. Ao planejar o processo, foram incluídas o Ambiente de Testes como atividade?
- ORG_3. Foram fornecidos os recursos adequados para a definição de Ambiente de Testes?
- ORG_4. Foram designadas responsabilidades aos envolvidos na definição de Ambiente de Testes?
- ORG_5. Foi realizado treinamento com os envolvidos na definição e manutenção do Ambiente de Testes?
- ORG_6. Foram coletados os artefatos gerados na definição do Ambiente de Testes e submetidos ao controle de configuração?
- ORG_7. Foram identificados e envolvidos os interessados no planejamento do Ambiente de Testes?
- ORG_8. É monitorado o Ambiente de Testes?

- ORG_9. São realizadas ações de correção e melhoria no Ambiente de Testes?
- ORG_10. A aderência do Ambiente de Testes foi avaliada quanto ao processo de teste?
- ORG_11. O Ambiente de Testes foi revisado pela alta gerência?

Relatório de Avaliação

Data de início da avaliação	xx/xx/xxxx
Data do término da avaliação	xx/xx/xxxx

C.1 Introdução ao documento

O presente documento detalha o método utilizado no cômputo de resultado da avaliação, bem como o grau de satisfação obtido nos itens da hierarquia do modelo.

A Seção 2 traz os artefatos utilizados na avaliação. Na Seção 3 é explicado o método de avaliação utilizado. A Seção 4 indica a métrica de satisfação do nível. A Seção 5 expõem os resultados atingidos, em detalhes. A Seção 6 traz as áreas de processo que necessitam de ações de melhoria.

C.2 Artefatos de Entrada

Na realização da avaliação, utilizou os seguintes artefatos:

- Plano de Avaliação;
- Slides com material do treinamento do Modelo e Instrumento;
- Instrumento de Avaliação, composto por três pastas: Cronograma, Perfil do Respondente e Questionário;
- Material de Compilação de dados coletados;

Todos os artefatos foram armazenados em pasta específica e compartilhados com as partes interessadas. Os artefatos são confidenciais, e sua utilização para fins acadêmicos mantêm o sigilo da identidade da empresa.

C.3 Método de Avaliação

A avaliação realizada foi do tipo informal, ou seja, apenas verifica o estado atual do processo de teste quanto as exigências do modelo TMMi. A avaliação não gera uma certificação oficial do Modelo e não faz necessário a presença de um assessor credenciado a Fundação TMMi.

Foi avaliada a adequação ao nível 2 – Gerenciado, contemplando as seguintes áreas de processo: Política e Estratégia de Teste, Planejamento de Teste, Monitoramento e Controle de Teste, Projeto e Execução dos Testes e, Ambiente de Teste.

O processo de avaliação é dividido em cinco etapas: (i) Planejamento; (ii) Preparação; (iii) Aplicação; (iv) Análise de Resultados; e (v) Fechamento. Cada etapa é composta por um conjunto de atividades. O detalhamento das atividades foi apresentado no Plano de Avaliação.

C.4 Método de Cômputo

O grau de satisfação do nível é definido pela satisfação das áreas de processo; a satisfação da área de processo é dada pelo grau de satisfação dos objetivos; este pela porcentagem de execução das práticas; e para que uma prática seja satisfeita mais de 50% de suas subpráticas devem ser realizadas. As subpráticas foram classificadas e analisadas, gerando as questões do questionário. Para a satisfação do objetivo é utilizado seguinte métrica:

- (N) Não atingido (0 a 15% de práticas satisfeitas);
- (P) Parcialmente Atingido (16 a 50% de práticas satisfeitas);
- (L) Largamente Alcançado (51 a 85% de práticas satisfeitas);
- (T) Totalmente Atingido (superior a 85% de práticas satisfeitas).

A área de processo recebe um conjunto de grau de satisfação dos objetivos, o menor valor computado é indicado como grau de satisfação da área. Para satisfação do nível, considera-se o menor valor do conjunto das áreas de processo.

C.5 Resultados Atingidos

Descrição dos resultados atingidos pela empresa avaliada.

O detalhamento dos resultados devem ser anexados ao relatório.

C.6 Sugestões de Pontos de Melhoria

Descrição das áreas de processo que não tiveram resultados satisfatórios e indicação de práticas que podem auxiliar na obtenção de maturidade.

Questionário de validação do processo de teste

A aferição de Maturidade de Processos de Teste contribui para a avaliação da empresa sobre como os processos aplicados à Atividade de Teste estão evoluídos, segundo Modelos de Maturidade amplamente aceitos pela indústria de software tais como *Test Maturity Model* (TMM) e *Test Maturity Model integration* (TMMi).

A avaliação aplicada na empresa refere-se ao Nível 2 de maturidade do Meta-modelo TMMi, que é mundialmente usado para este fim. O objetivo foi saber quão aderente estão os Processos de Teste da empresa com respeito ao Nível 2 do TMMi.

Este documento visa a coleta da sua análise sobre a avaliação aplicada na empresa com respeito aos seus processos de teste. Para tal, foi criado um Processo de Avaliação, composto das fases: 1. Apresentação do Plano de Avaliação; 2. Treinamento sobre o processo de avaliação e sobre o TMMi; 3. Aplicação de instrumento, composto por perguntas e coleta de evidências; 4. Apresentação de resultados.

O principal fator a ser observado no presente documento é como a empresa sentiu-se confortável durante a avaliação, no que se refere ao entendimento da avaliação, adaptação aos documentos utilizados, e facilidade em responder o questionário (instrumentos com perguntas e evidências).

Este formulário é composto por cinco sessões: Plano de Avaliação, pontos da etapa de apresentação do processo de avaliação; Treinamento, tópicos do treinamento de preparação para aplicação do instrumento de avaliação; Instrumento, itens relacionados ao instrumento de avaliação; Dúvidas, enumeração das dúvidas pertinentes aos artefatos/atividades do processo de avaliação; e Sugestões/Observações, melhorias e considerações sobre os artefatos apresentados.

Espera-se respostas que demonstrem a percepção do respondente com relação às atividades e artefatos empregados no processo de avaliação. Os resultados obtidos poderão ser utilizados na evolução do processo de avaliação.

Para indicar uma resposta, utilizar as seguintes alternativas e justifique a escolha:

- (S) Sim – quando a resposta à pergunta for positiva.
- (P) Parcialmente – quando a resposta à pergunta for positiva, mas não completamente.

- (N) Não – quando a resposta à pergunta for negativa.

PLANO DE AVALIAÇÃO

- A disposição das informações no documento colabora na compreensão do objetivo do processo de avaliação?
- O texto sobre o modelo TMMi permitiu a compreensão do objetivo e etapas necessárias para atingir a maturidade do processo de teste?
- As informações sobre o processo de avaliação permitiram uma breve explicação sobre as atividades destinadas para avaliação?

TREINAMENTO

- O material utilizado no treinamento apresentou informações que colaboraram no preenchimento do instrumento?
- As informações repassadas no treinamento contribuíram no preenchimento do instrumento?
- O tempo alocado para o treinamento foi suficiente para entender o modelo de maturidade e o processo de avaliação?

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

- A quantidade de questões do questionário tornou seu preenchimento cansativo?
- O tempo alocado para aplicação foi suficiente para o preenchimento do instrumento?
- As informações de apoio apresentadas no questionário colaboraram no preenchimento?
- As perguntas são facilmente entendidas?
- As legendas das respostas favorecem no preenchimento do questionário?
- O agrupamento das questões em cada área de processo – Preparação, Aplicação, Monitoramento, Revisão, Comunicação, Organização – contribuiu para a suas respostas?

SUGESTÕES E DÚVIDAS

- A automação do processo de avaliação, sobretudo do instrumento, pode contribuir para a sua usabilidade, eficiência e precisão na análise de resultados. Indique quaisquer sugestões para a automação do processo de avaliação (e do instrumento).
- O processo de avaliação está em constante evolução, suas considerações com relação às atividades e artefatos são de suma importância. Caso tenha, apresente-as.
- Houveram dúvidas pertinentes ao Plano de Avaliação, Treinamento, Instrumento e atividades envolvidas no processo de avaliação? Caso sim, apresente-as.

IDENTIFICAÇÃO DO RESPONDENTE

- Nome do Respondente
- Identificação da Empresa
- Data