



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE INFORMÁTICA**

**VICTOR HUGO RODRIGUES DA CUNHA**

**Uma proposta de melhoria em processo de testes baseada no TMMI**

**RECIFE**

**2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**CENTRO DE INFORMÁTICA**

**SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**VICTOR HUGO RODRIGUES DA CUNHA**

**Uma proposta de melhoria em processo de testes baseada no TMMI**

TCC apresentado ao Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Informática, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Sistemas de Informação.

**Orientador(a):** Prof. ALEXANDRE  
MARCOS LINS DE VASCONCELOS

**RECIFE**

**2024**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Cunha, Victor Hugo Rodrigues da.

Uma proposta de melhoria em processo de testes baseada no TMMI / Victor Hugo Rodrigues da Cunha. - Recife, 2024.  
30 : il.

Orientador(a): Alexandre Marcos Lins de Vasconcelos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Informática, Sistemas de Informação - Bacharelado, 2024.

Inclui apêndices.

1. TMMi. 2. teste de software. 3. maturidade de processos. 4. melhoria contínua. 5. qualidade de software. I. Vasconcelos, Alexandre Marcos Lins de . (Orientação). II. Título.

600 CDD (22.ed.)

VICTOR HUGO RODRIGUES DA CUNHA

**Uma proposta de melhoria em processo de testes baseada no TMMI**

TCC apresentado ao Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Informática, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado em: 08/10/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Profº. Dr. Alexandre Marcos Lins de Vasconcelos (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Juliano Manabu Iyoda (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

## RESUMO

Com o avanço da tecnologia no mercado e a crescente demanda por soluções tecnológicas, as organizações enfrentam o desafio constante de manter a consistência e a agilidade nas entregas sem comprometer a qualidade dos produtos. No contexto do desenvolvimento de software, o processo de teste torna-se uma atividade crucial para garantir a excelência do produto final. O Test Maturity Model Integration (TMMi) é um modelo projetado para apoiar e guiar as organizações que desenvolvem software na melhoria contínua de seus processos de teste. Este trabalho busca aplicar o modelo TMMi a uma organização para entender o seu nível de maturidade do processo de testes e, a partir disso, propor melhorias neste processo com base neste modelo.

**Palavras-chave:** TMMi, teste de software, maturidade de processos, melhoria contínua, qualidade de software.

## **ABSTRACT**

With the advancement of technology in the market and the growing demand for technological solutions, organizations constantly face the challenge of maintaining consistency and agility in deliveries without compromising product quality. In the context of software development, the testing process becomes a crucial activity to ensure the excellence of the final product. The Test Maturity Model Integration (TMMi) is a model designed to support and guide the software development organizations in the continuous improvement of their testing processes. This work aims to apply the TMMi model to an organization to understand its test process maturity level and, from there, propose improvements in this process, following what is proposed by the model.

**Keywords:** TMMi, software testing, process maturity, continuous improvement, software quality.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

### **Gráficos**

Gráfico 1 – Resultados da Pergunta 7

### **Figuras**

Figura 1 – Níveis de Maturidade do TMMI

### **Quadros**

Quadro 1 – Resultados do Questionário

## **LISTA DE ABREVIações**

|       |                                                 |
|-------|-------------------------------------------------|
| DXP   | Digital Experience Platform                     |
| QA    | Quality Assurance                               |
| TAMAR | TMMi Assessment Method Application Requirements |
| TMMI  | Test Maturity Model integration                 |

## SUMÁRIO

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                             | <b>13</b> |
| 1.2 Estruturação do Trabalho.....                    | 14        |
| <b>2 METODOLOGIA.....</b>                            | <b>15</b> |
| 2.1 Pesquisa Teórica Inicial.....                    | 15        |
| 2.2 Análise Organizacional.....                      | 15        |
| 2.3 Desenvolvimento de Questionário.....             | 16        |
| 2.3.1 Descrição do Questionário.....                 | 17        |
| 2.3.2 Modelo de Captação das Respostas.....          | 18        |
| 2.3.3 Aplicação do Questionário.....                 | 18        |
| 2.4 Análise de Resultados.....                       | 18        |
| <b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                  | <b>19</b> |
| 3.1 Testes de Software.....                          | 20        |
| 3.1.1 Testes Unitários.....                          | 20        |
| 3.1.2 Testes de integração.....                      | 21        |
| 3.1.3 Testes de Sistema.....                         | 21        |
| 3.1.4 Testes de Aceitação.....                       | 21        |
| 3.2 TMMI.....                                        | 21        |
| 3.2.1 Níveis de Maturidade do TMMI.....              | 22        |
| 3.2.2 Aplicabilidade na Organização.....             | 24        |
| <b>4 RESULTADOS.....</b>                             | <b>26</b> |
| 4.1 Propostas de Melhoria.....                       | 28        |
| 4.1.2 Uso de métricas dos Testes (Nível Medido)..... | 29        |
| 4.2 Alinhamento e Melhoria Contínua.....             | 29        |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>                              | <b>30</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                              | <b>31</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem transformado rapidamente o cenário empresarial, impondo a necessidade do desenvolvimento ágil de software. As organizações precisam adaptar-se às mudanças, entregando produtos de alta qualidade em prazos cada vez mais curtos (HUMBLE e FARLEY, 2012). No entanto, essa pressão por rapidez pode levar a uma negligência dos processos de teste, resultando em produtos com defeitos que afetam a experiência do usuário e a reputação da empresa. Neste contexto, a utilização de um modelo de maturidade, como o TMMi, é muito útil para equilibrar a velocidade de desenvolvimento com a manutenção de acordo com altos padrões de qualidade (VEENENDAAL, 2019).

O TMMi oferece uma estrutura sistemática e abrangente para avaliar e melhorar os processos de teste de software. Ele define cinco níveis de maturidade, cada um com suas práticas específicas, permitindo que as organizações identifiquem seu estágio atual e tracem um caminho claro para aprimorar suas práticas de teste. Este modelo não apenas ajuda a estabelecer processos de teste mais robustos e eficazes, mas também promove uma cultura de melhoria contínua e inovação dentro das organizações.

Este trabalho tem como objetivo aplicar na prática o modelo proposto pelo Test Maturity Model Integration (TMMi) para mensurar o nível de maturidade dos processos de teste de software em uma organização. A partir dessa mensuração, o trabalho busca identificar pontos fortes e áreas de melhoria, fornecendo uma base sólida para a implementação de ações corretivas e aprimoramentos contínuos. O objetivo final é propor um plano de ação detalhado que permita à organização alcançar o próximo nível de maturidade no modelo TMMi, promovendo, assim, um aumento na eficiência, eficácia e qualidade dos seus processos de teste.

## **1.2 Estruturação do Trabalho**

Além deste capítulo introdutório, o trabalho é composto por mais 4 capítulos:

- Capítulo 2 - Aborda a metodologia usada no trabalho, explorando quais ações foram usadas para obter os resultados e interpretá-los.
- Capítulo 3 - A revisão de literatura aborda os conceitos chaves usados durante o desenvolvimento do trabalho.
- Capítulo 4 - Expõe os resultados encontrados e apresenta a proposta de melhoria baseada no TMMI.
- Capítulo de conclusão - Considerações finais e perspectivas futuras.

## **2 METODOLOGIA**

A pesquisa teórica inicial fornecerá as bases e definições que servirão de referência ao longo do trabalho. Além disso, será realizado um levantamento para contextualizar os processos de teste de software atualmente utilizados na organização. Um questionário estruturado, baseado no TMMi, será criado para medir o nível de maturidade da organização, utilizando as respostas dos colaboradores como referência. A análise dessas respostas permitirá identificar tanto os pontos fortes quanto as áreas de melhoria nos processos de teste, levando por fim as propostas que visam aperfeiçoar os processos de teste dentro da organização.

### **2.1 Pesquisa Teórica Inicial**

O primeiro passo deste trabalho envolveu uma busca pela definição do Test Maturity Model Integration (TMMi) segundo a TMMi Foundation para compreender a proposta apresentada pelo modelo. Esta fase teórica foi estruturada com base nos seguintes questionamentos:

1. Qual o papel dos testes de software para o processo de desenvolvimento de software?

Definições de teste de software da literatura para entender como impactam na qualidade, eficiência e confiabilidade do produto final.

2. O que é o TMMi?

Definição e descrição do TMMi, incluindo sua origem, objetivos e estrutura.

3. Quais são os níveis de maturidade definidos pelo TMMi e como mensurá-los?

Análise dos cinco níveis de maturidade do TMMi e os critérios utilizados para mensurar e avaliar cada nível.

### **2.2 Análise Organizacional**

Para realizar uma boa análise, é essencial conhecer a organização em questão. Trata-se de uma empresa multinacional especializada no desenvolvimento de soluções DXP (SETHI, 2023), com clientes espalhados por diversos países ao

redor do mundo. A empresa tem investido continuamente na manutenção e melhoria de seus produtos para atender melhor seus clientes.

Anteriormente, a organização possuía um departamento de QA (Quality Assurance) dedicado à adoção e implementação de critérios e casos de testes para garantir a qualidade e o bom funcionamento dos produtos desenvolvidos. No entanto, após uma reestruturação organizacional, o processo de testes e a análise de seus resultados foram atribuídos aos desenvolvedores. Esses profissionais assumiram a responsabilidade completa pelo ciclo de vida dos testes, incluindo a criação de novos casos, a execução dos testes já implementados, a manutenção contínua desses testes, novos ou antigos, para garantir sua relevância e a monitoração dos resultados para identificar e corrigir defeitos. Dada a recente implementação dessa mudança é natural esperar que durante esse período de adaptação isso possa impactar negativamente os resultados do nível de maturidade de testes da organização.

## **2.3 Desenvolvimento de Questionário**

A metodologia deste trabalho envolve a criação de um questionário (Apêndice A) estruturado com base nas práticas e critérios definidos pelo TMMi. As respostas serão obtidas utilizando uma escala de 1 a 5 (Nunca, Raramente, Às vezes, Frequentemente, Sempre), para proporcionar uma granularidade maior nas respostas. A coleta de dados será realizada através da aplicação do questionário aos desenvolvedores de software da organização, garantindo anonimato e confidencialidade para obter respostas honestas e precisas.

Após a coleta de dados, será realizada a compilação e análise dos dados coletados para identificar padrões e tendências. Com base nos resultados do questionário, serão calculados os níveis de maturidade atuais da organização. Em seguida, será desenvolvido um plano de ação detalhado para promover melhorias nos processos de teste, com o objetivo de avançar para o próximo nível de maturidade do TMMi. Esta fase envolve a identificação de pontos fortes e áreas de melhoria, com uma análise detalhada dos resultados da pesquisa para destacar os pontos fortes dos processos atuais. Também serão identificadas as áreas que necessitam de melhorias para alcançar um nível mais alto de maturidade.

### 2.3.1 Descrição do Questionário

O questionário foi formado por quinze perguntas divididas em cinco blocos principais, cada um correspondendo a um dos níveis de maturidade do TMMi. Cada bloco continha um conjunto específico de perguntas desenhadas para capturar a aderência da organização às práticas e processos recomendados para aquele nível. A distribuição das perguntas foi a seguinte:

1. **Nível Inicial:** Para este nível, foram formuladas duas perguntas. Essas perguntas foram desenhadas para avaliar se a organização possui processos de teste ad hoc, sem formalização ou repetibilidade.
2. **Nível Gerenciado:** Três perguntas foram desenvolvidas para este nível. As perguntas focaram na gestão básica dos processos de teste, incluindo a definição de políticas e objetivos claros para os testes, a existência de planejamento e controle, e a alocação de recursos específicos para as atividades de teste.
3. **Nível Definido:** Três perguntas também foram incluídas para este nível. Estas questões foram direcionadas para entender se a organização possui processos de teste bem definidos, padronizados e documentados. As perguntas investigam a padronização dos processos de teste em toda a organização e a integração dos processos de teste com o ciclo de desenvolvimento de software.
4. **Nível Medido:** Duas perguntas foram formuladas para este nível. Estas perguntas avaliaram se a organização utiliza métricas e indicadores para monitorar e controlar os processos de teste.
5. **Nível Otimizado:** Cinco perguntas foram desenvolvidas para este nível mais avançado. As perguntas focaram na melhoria contínua e na inovação dos processos de teste. Aspectos como a realização de análises de causa raiz para defeitos encontrados, a captura e reutilização de conhecimento e lições aprendidas, e a implementação de melhorias baseadas em análises de dados históricos foram investigados.

### 2.3.2 Modelo de Captação das Respostas

Considerando a variabilidade de experiência no processo de testes da organização entre os desenvolvedores, o questionário foi desenvolvido para permitir respostas a cada questão em uma escala de 1 a 5, considerando a frequência em que a prática mencionada na questão é observada pelo profissional em suas atividades regulares. A utilização desta escala foi baseada na escala Likert, conforme descrito por Likert (1932). Esta abordagem permite uma avaliação mais granular e precisa em oposição às respostas binárias de verdadeiro ou falso, proporcionando uma melhor compreensão das atitudes e percepções dos respondentes (ALLEN; SEAMAN, 2007). As respostas possíveis para as questões foram: (1) Nunca, (2) Raramente, (3) Às vezes, (4) Frequentemente e (5) Sempre, onde "Sempre" denota uma total adoção da prática nas atividades regulares da organização e "Nunca" uma total falta de uso.

### 2.3.3 Aplicação do Questionário

O questionário foi aplicado aos desenvolvedores de software da organização, garantindo-se o anonimato e a confidencialidade para obter respostas honestas e precisas. Após a coleta dos dados, foi realizada uma análise detalhada para identificar padrões e tendências, permitindo o cálculo dos níveis de maturidade atuais da organização com base nos resultados do questionário. A partir desta análise, foi desenvolvido um plano de ação para promover melhorias nos processos de teste, visando avançar para o próximo nível de maturidade do TMMi.

## 2.4 Análise de Resultados

Considerando a nota atribuída a cada alternativa de resposta, faz-se a média do bloco de resposta específico para cada nível, e a partir do resultado é possível chegar à conclusão do quão aderente a organização está àquele nível. Após calcular as médias para cada nível, é determinado o nível geral de maturidade da organização:

- **Baixa Média:** A organização precisa de melhorias significativas para se estabelecer ou chegar a esse nível de maturidade.

- **Média Intermediária:** A organização está progredindo, mas ainda há áreas a serem desenvolvidas nesse nível.
- **Alta Média:** A organização possui processos de teste maduros e bem estabelecidos para aquele nível.

Neste trabalho, foram classificadas como baixas as médias com valores até 2. As médias intermediárias têm valores entre 2,1 e 3,5, enquanto que as médias consideradas altas tiveram valores superiores a 3,5.

Como exemplo, supondo que a média das respostas para as perguntas do nível Inicial seja 4.2, do nível Gerenciado seja 3.5, do nível Definido seja 2.8, do nível Medido seja 2.0 e do nível Otimizado seja 1.5. Com esses resultados poderíamos concluir que a organização está além do nível Inicial (possuindo uma média alta), e está no processo de se consolidar no nível Gerenciado (com uma média intermediária) para posteriormente buscar alcançar o nível Definido, além disso precisa melhorar significativamente para alcançar os níveis Medido e Otimizado, necessitando de ajustes mais profundos em seus processos.

O nível inicial, por ser a base dos demais e por não exigir áreas de processos definidas é o único a receber um tratamento diferente, a organização por padrão já pode ser considerada como desse nível como ponto de partida. Por esse motivo, apesar de também ter um bloco de perguntas, essas perguntas são na verdade relacionadas à transição para o nível seguinte, o nível Gerenciado.

Tendo como base o cálculo dos resultados das respostas ao questionário, será possível atestar em qual nível a organização se encontra em processo de alcance e consultando os critérios definidos pelo TMMI abordar os passos a se seguir e pontos de melhoria para que a organização se consolide no atual para uma posterior evolução para o nível seguinte.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

Nesta seção, serão apresentados os conceitos básicos relacionados a testes de software e ao Test Maturity Model Integration (TMMi). Será feita uma introdução aos níveis de maturidade especificados pelo modelo TMMi, que servirão como base para a aplicação da pesquisa e a análise dos resultados. Esses conceitos são fundamentais para compreender o contexto e os objetivos da avaliação de maturidade dos processos de teste de software na organização estudada.

#### **3.1 Testes de Software**

Os testes de software são definidos como um processo crítico no ciclo de desenvolvimento de software que visa verificar se o produto final está em conformidade com os requisitos especificados e opera de maneira correta em diferentes ambientes. Este processo tem o objetivo de identificar e corrigir erros antes da entrega do software, assegurando assim a qualidade e a funcionalidade do produto final (NAIK; TRIPATHY, 2008). Por outro lado, Myers (2011) define os testes como "o processo de executar um programa com a intenção de encontrar erros".

Os testes de software podem ser divididos em testes funcionais e testes não-funcionais. Os testes funcionais são aqueles que têm como objetivo "validar o comportamento do software em relação à funcionalidade do negócio documentada nos requisitos e especificações do software" (Everett e McLeod Jr., 2007), já os testes não funcionais, também conhecidos como estruturais, são testes que validam requisitos não funcionais do software, dentre eles estão os testes de performance, testes de usabilidade e testes de segurança (SAMRA, 2013). Os testes também podem ser diferenciados em relação à fase/estágio em que são realizados, e costumam ser divididos em testes unitários, testes de integração, testes de sistema e testes de aceitação (UMAR, 2020). Nestes estágios, podem ser realizados tanto testes funcionais como não-funcionais.

##### **3.1.1 Testes Unitários**

O teste unitário é usado para verificar partes pequenas e independentes de um programa (geralmente funções ou métodos) para garantir que funcionem

conforme o esperado. É realizado por desenvolvedores com o objetivo de encontrar bugs em unidades isoladas antes de serem integradas ao sistema (NAIK, 2008).

### **3.1.2 Testes de integração**

Os testes de integração visam verificar a interação entre diferentes módulos ou componentes do sistema. Seu objetivo é identificar defeitos relacionados às interfaces entre módulos que, quando integrados, podem apresentar falhas que não são detectadas em testes unitários (NAIK, 2008).

### **3.1.3 Testes de Sistema**

O teste sistema verifica o comportamento do sistema como um todo. É utilizado para garantir que todos os módulos do sistema funcionem juntos corretamente, validando o sistema em relação aos seus requisitos funcionais e não funcionais (NAIK, 2008).

### **3.1.4 Testes de Aceitação**

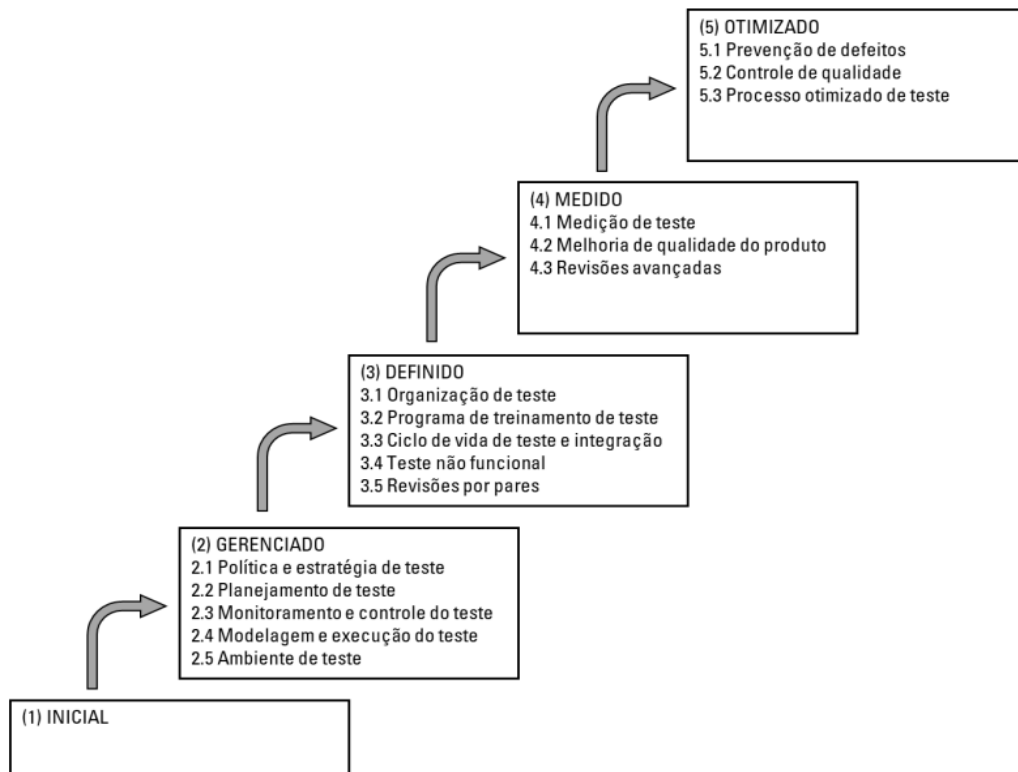
Neste teste, o usuário verifica se o produto está em conformidade com os critérios que foram estabelecidos em relação a sua usabilidade e funcionamento, de acordo com as regras de negócio definidas (IZZAT e SALEEM, 2023).

## **3.2 TMMi**

O Test Maturity Model Integration (TMMi) é um modelo de referência estruturado que auxilia organizações na avaliação e melhoria dos seus processos de teste de software. Inspirado no Capability Maturity Model Integration (CMMI), o TMMi foca especificamente na maturidade e na capacidade das práticas de teste de software dentro de uma organização.

Desenvolvido pela TMMi Foundation, o modelo oferece um caminho evolutivo composto por cinco níveis de maturidade, conforme a Figura 1, fornecendo critérios para boas práticas e atividades a serem integradas ao processo de testes da organização. O TMMi também aborda em seu escopo os diferentes tipos de testes. Por exemplo, enquanto no nível 2 há um foco maior para os testes funcionais, a partir do nível 3 há a expansão para os testes não-funcionais (VEENENDAAL, 2019).

Figura 1 – Níveis de Maturidade do TMMI



Fonte: TMMi Foundation (2006).

### 3.2.1 Níveis de Maturidade do TMMI

#### Nível 1: Inicial

No nível inicial do TMMi, os processos de teste de software são geralmente ad-hoc e caóticos, dependendo fortemente das habilidades individuais dos testadores. As atividades de teste não são documentadas, padronizadas ou controladas, resultando em baixa previsibilidade e controle sobre a qualidade dos produtos de software. Para a organização em análise, mover-se além deste nível inicial implica na formalização dos processos de teste, assegurando que cada etapa seja bem documentada e que os resultados sejam rastreados e analisados para identificar áreas de melhoria. Isso reduzirá a dependência de conhecimentos individuais e aumentará a consistência e a qualidade dos testes.

#### Nível 2: Gerenciado

No nível gerenciado, a organização começa a implementar políticas e diretrizes básicas para a gestão de testes. Nesse nível, os processos de teste não

apenas existem, mas são planejados e monitorados de forma sistemática, assegurando que a organização desenvolva uma abordagem mais estruturada e eficiente para o controle de qualidade (VEENENDAAL, 2019). A organização deve focar em estabelecer uma base sólida para a documentação e gerenciamento de requisitos de teste, além de implementar ferramentas básicas para rastreamento de defeitos e controle de configuração. Melhorias incluem a criação de uma política de testes formal, inclusive com a aplicação de diferentes estágios de testes, sendo eles os testes de unidade, integração, sistema e aceitação, o desenvolvimento de um plano de testes estruturado e o envolvimento da equipe de testes desde o início do ciclo de desenvolvimento. Isso ajudará a assegurar que os requisitos de qualidade sejam considerados desde o começo e que haja uma abordagem mais estruturada e previsível para o teste.

### **Nível 3: Definido**

O nível definido do TMMi é caracterizado pela padronização dos processos de teste através da organização. Neste nível, os processos de teste são bem documentados e integrados com outros processos de desenvolvimento. A organização deve criar um repositório centralizado para artefatos de teste e adotar técnicas avançadas de design de teste. A definição clara de responsabilidades para as atividades de teste é crucial. A organização deve investir na formação e treinamento contínuo de sua equipe para assegurar que todos estejam alinhados com as melhores práticas de teste. Esta padronização facilita a reusabilidade e a consistência dos testes, além de promover uma cultura de qualidade. Além disso, "os projetos de teste e técnicas de teste são expandidos no nível 3 para incluir os testes não funcionais, por exemplo, usabilidade ou confiabilidade, dependendo dos objetivos do negócio" (Veenendaal, 2019).

### **Nível 4: Medido**

No nível medido, a organização utiliza métricas e indicadores para monitorar e controlar quantitativamente os processos de teste. A coleta e análise regular de dados permitem a identificação de tendências, riscos e áreas de melhoria. Para avançar para este nível, a organização deve definir e implementar um conjunto de métricas de desempenho chave (KPIs) para os testes, como a taxa de detecção de

defeitos, a cobertura de testes e o tempo de ciclo de teste. Estas métricas devem ser usadas para orientar decisões e otimizar processos. A organização deve desenvolver uma cultura de melhoria contínua baseada em dados, onde as decisões são fundamentadas em análises quantitativas.

### **Nível 5: Otimizado**

O nível otimizado representa o estágio mais avançado do TMMi, onde a organização foca na melhoria contínua e na inovação dos processos de teste. Neste nível, práticas como revisões pós-projeto, análise de causas raiz e implementação de novas tecnologias são comuns. A organização deve buscar incorporar feedback contínuo nos processos de teste, promovendo a inovação e a adaptação constante. Investimentos em tecnologias emergentes, como inteligência artificial e machine learning, podem ser utilizados para otimizar e automatizar processos de teste. A implementação de uma cultura de excelência e a prevenção proativa de defeitos são essenciais para manter a qualidade em um nível superior.

### **3.2.2 Aplicabilidade na Organização**

A organização deve comparar suas práticas com os requisitos estabelecidos no TMMi para cada nível de maturidade a fim de determinar sua posição atual. Esse processo envolve o mapeamento detalhado dos processos existentes, verificando se eles cumprem os critérios de cada uma das áreas de processo chave. Para que uma organização atinja um determinado nível de maturidade, é necessário que tenha alcançado todos os critérios dos níveis anteriores (VEENENDAAL, 2019). Por exemplo, para atingir o Nível 3 (Definido), a organização precisa ter cumprido previamente os requisitos dos níveis Inicial (Nível 1) e Gerenciado (Nível 2). Dessa forma, o avanço no TMMi é sequencial, garantindo que as bases fundamentais de qualidade e controle estejam estabelecidas antes de níveis mais avançados serem atingidos.

Para orientar o processo de avaliação, o TAMAR (TMMi Assessment Method Application Requirements) fornece as diretrizes e metodologias a serem seguidas. Esse documento descreve os passos necessários para a realização de uma avaliação formal, incluindo a exigência de que um assessor credenciado pela TMMi Foundation esteja presente para garantir a objetividade e conformidade com os

padrões do modelo (Costa, 2016). Além disso, o TAMAR também prevê a possibilidade de avaliações informais, realizadas internamente pela organização, que, embora menos rigorosas, ainda permitem uma análise preliminar da maturidade dos processos (TMMi FOUNDATION, 2016).

Com base nesses princípios, o presente trabalho inclui a elaboração de um questionário de avaliação (Apêndice 1), projetado para analisar as práticas organizacionais sob a ótica do TMMi. Essa abordagem visa fornecer um diagnóstico inicial que permita identificar o nível de maturidade da organização e as áreas que requerem melhorias, além de fornecer subsídios para futuras avaliações formais.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos a partir das respostas ao questionário pelos colaboradores da organização. O questionário obteve dez respostas, todas vindas de desenvolvedores da organização. As perguntas do questionário foram agrupadas de acordo com os níveis de maturidade propostos pelo TMMi, e às possíveis respostas foram atribuídas notas variando de 1 a 5, conforme explicado no capítulo 2. Considerando a média obtida pelas respostas ao questionário, o Quadro 1 apresenta os resultados alcançados:

Quadro 1 – Resultados do Questionário

| Nível de Maturidade Pretendido | Número da Pergunta | Nota Média Obtida pelas Respostas | Média Final no Nível |
|--------------------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Nível 1: Inicial               | Pergunta 1         | 3,8                               | 3,9                  |
|                                | Pergunta 2         | 4                                 |                      |
| Nível 2: Gerenciado            | Pergunta 3         | 3,8                               | 3,8                  |
|                                | Pergunta 4         | 3,4                               |                      |
|                                | Pergunta 5         | 4,3                               |                      |
| Nível 3: Definido              | Pergunta 6         | 4,6                               | 4                    |
|                                | Pergunta 7         | 3,1                               |                      |
|                                | Pergunta 8         | 4,3                               |                      |
| Nível 4: Medido                | Pergunta 9         | 3,6                               | 3,6                  |
|                                | Pergunta 10        | 3,7                               |                      |
| Nível 5: Otimizado             | Pergunta 11        | 3,7                               | 3,7                  |
|                                | Pergunta 12        | 3,4                               |                      |
|                                | Pergunta 13        | 3,7                               |                      |
|                                | Pergunta 14        | 3,9                               |                      |
|                                | Pergunta 15        | 3,9                               |                      |

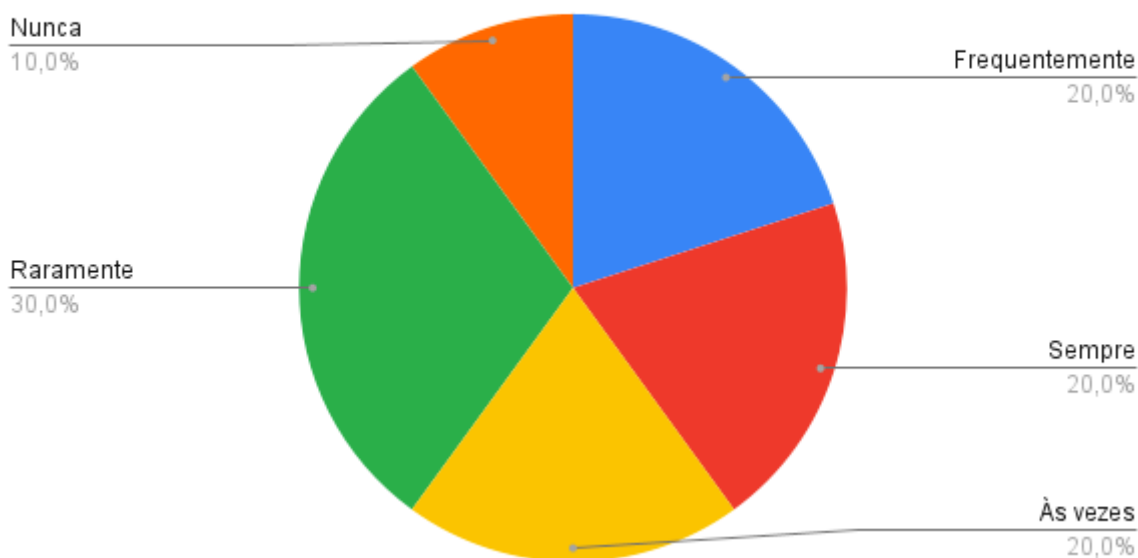
Fonte: elaborado pelo autor.

É possível observar uma nota final de 3,9 para o nível inicial e 3,8 para o nível gerenciado. Esses valores elevados indicam que a organização consistentemente supera as expectativas do nível inicial. Além disso, o nível definido também apresentou um valor alto, com nota 4,0. No entanto, as notas começam a se tornar mais medianas a partir do nível medido e otimizado, com médias de 3,6 e 3,7, respectivamente.

Com esses resultados, podemos caracterizar a organização como estando no nível 3 de maturidade, ou seja, com processos definidos, e em um processo avançado para alcançar os níveis medido e otimizado. Apesar da média 4,0 no nível definido, é importante destacar que uma das perguntas teve um resultado significativamente inferior à média geral. A pergunta 7, especificamente, obteve uma média de apenas 3,1, indicando uma área que necessita de atenção especial. O resultado para a pergunta 7 pode ser visto com mais detalhes no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Resultados da Pergunta 7

### Há treinamento e desenvolvimento contínuo para a equipe sobre testes?



Fonte: elaborado pelo autor.

Para 50% dos respondentes, a organização está atuante no treinamento e desenvolvimento contínuo da equipe de testes apenas ocasionalmente ou raramente, e 10% afirmam que isso nunca ocorre.

As respostas relacionadas ao nível 4 mostram um certo equilíbrio, resultando na média esperada abaixo de 4. Isso se deve principalmente às respostas "às vezes" dadas por 60% dos participantes à pergunta 9, "Métricas de desempenho de teste são coletadas e analisadas regularmente?", e por 40% à pergunta 10, "Os resultados das métricas de teste são usados para melhorar os processos de teste?". Isso pode indicar uma limitação no uso da coleta e análise de métricas de teste dentro da organização.

Por fim, no nível otimizado, destaca-se a média de 3,4 nas respostas à pergunta 12, a menor média dentre todas as perguntas nesse nível. Esta pergunta estava relacionada à melhoria e revisão dos processos de testes com base em novas tecnologias e práticas de mercado. Para 40% dos respondentes, isso é feito apenas ocasionalmente, e para outros 20%, raramente. Notas medianas também foram atribuídas pelas respostas às perguntas 11, "Há um processo contínuo de melhoria baseado em análises de causa raiz (RCA) dos defeitos encontrados?", e 13, "Os dados de testes são formalmente capturados e reutilizados, incluindo o uso de lições aprendidas para prever e prevenir falhas futuras?".

#### **4.1 Propostas de Melhoria**

As menores notas foram observadas nas respostas às perguntas 7, no nível definido; 9 e 10, no nível medido; e 11, 12 e 13, no nível otimizado. Essas respostas indicam os principais pontos de atenção em que a organização deve focar para fortalecer suas práticas atuais e avançar em maturidade. Com base nisso, foram propostas melhorias que visam consolidar o nível atual (definido) e, posteriormente, alcançar o próximo nível (medido).

##### **4.1.1 Programa de Treinamento de Testes (Nível Definido)**

O programa de treinamento visa desenvolver e aprimorar as habilidades dos profissionais envolvidos em atividades de teste dentro da organização. O TMMi enfatiza a importância de um programa de treinamento para que os colaboradores "continuem a melhorar suas habilidades de teste e atualizem seu conhecimento de domínio e outros conhecimentos relacionados" (VEENENDAAL, 2019). Considerando as divergentes respostas recebidas pelo questionário sobre essa questão, a organização deve implementar um plano de ação para reavaliar a

frequência e a abrangência dos seus treinamentos para permitir um desenvolvimento contínuo para a equipe responsável pelos testes.

#### **4.1.2 Uso de métricas dos Testes (Nível Medido)**

O uso de métricas de teste envolve a coleta e análise de dados sobre os testes e os produtos em desenvolvimento. No nível medido do TMMi (Test Maturity Model Integration), as métricas desempenham um papel crucial, assegurando não apenas a eficiência dos processos de teste, mas também o aprimoramento contínuo de sua eficácia. O objetivo é melhorar tanto a eficiência quanto a eficácia dos testes e, em alguns casos, também os processos de desenvolvimento (VEENENDAAL, 2019). Para alcançar o nível de maturidade medido, o TMMi propõe duas metas principais relacionadas ao uso de métricas de teste: "Alinhar as Atividades de Análise e Medição de Teste" e "Fornecer os Resultados da Medição de Teste".

A análise dos resultados do questionário mostra que, embora exista algum uso de métricas de teste, esse uso pode não estar sendo considerado suficiente pelos respondentes. Isso sugere que a organização deve avaliar a qualidade e abrangência das métricas atualmente utilizadas e implementar as práticas recomendadas pelo TMMi. Adotar essas práticas pode ajudar a organização a alinhar melhor suas atividades de teste com seus objetivos estratégicos, garantindo que o uso de métricas seja uma ferramenta eficaz para o aprimoramento contínuo dos processos de teste.

#### **4.2 Alinhamento e Melhoria Contínua**

Com base nas respostas ao questionário, é evidente que a organização já adota muitas práticas recomendadas pelo TMMi, incluindo aquelas dos níveis mais altos de maturidade. No entanto, é importante não apenas expandir a implementação dessas práticas, mas também assegurar sua consistência para que todos os colaboradores estejam alinhados promovendo uma cultura de melhoria contínua. Revisar regularmente os resultados das iniciativas de melhoria e realizar novas pesquisas internas pode fornecer insights valiosos para ajustes que consolidem o nível atual de maturidade e ajudem a alcançar níveis mais avançados. O TMMi busca a excelência por meio da melhoria contínua, e, ao manter o foco na

aplicação rigorosa e no alinhamento interno, a organização estará bem posicionada para melhorar sua qualidade e eficiência (VEENENDAAL, 2019).

## **5 CONCLUSÃO**

Este trabalho investigou a aplicação do TMMI em uma organização, buscando avaliar seu nível de maturidade em relação às práticas de testes de software. Através da análise de um questionário aplicado aos colaboradores, foi possível identificar o estágio atual da organização e mapear as principais áreas de oportunidade para melhoria.

Uma das limitações deste trabalho está relacionada ao contexto de aplicação do questionário, que inicialmente seria destinado ao departamento de QA. Devido à mudança organizacional que transferiu a responsabilidade pelos processos de testes aos desenvolvedores, o questionário foi aplicado a profissionais que tinham menos tempo de experiência na execução da atividade. Além disso, a limitação no número de perguntas para que o questionário não ficasse extenso fez com que alguns níveis de maturidade fossem avaliados com base em menos de 5 questões.

Os resultados obtidos demonstram que a organização se encontra em um nível de maturidade definido em seus processos de testes, apresentando um bom desempenho em diversas práticas. No entanto, foram identificadas algumas lacunas que podem ser exploradas para alcançar níveis de maturidade superiores.

Como contribuição, este trabalho oferece um diagnóstico da situação atual da organização em relação ao TMMI, servindo como base para a implementação de ações de melhoria. Sugere-se, como perspectivas futuras, a realização de um estudo mais aprofundado sobre as práticas de testes específicas que apresentaram menor maturidade, bem como a avaliação do impacto das ações de melhoria implementadas ao longo do tempo, além da aplicação de questionários mais focados em níveis de maturidade específicos, podendo gerar respostas mais detalhadas e precisas.

## REFERÊNCIAS

AFZAL, W. et al. **Software test process improvement approaches: a systematic literature review and an industrial case study**. Journal of Systems and Software, v. 111, p. 1-33, 2016.

ALLEN, I. E.; SEAMAN, C. A. **Likert scales and data analyses**. Quality Progress, 2007.

BRITO NETO, Olavo Nylander; FERREIRA, Lilian Santos; RIOS, Emerson; OLIVEIRA, Sandro Ronaldo Bezerra. **Metodologia para configuração de instrumentos para auxiliar iniciativas de melhoria do processo de teste de software multi-modelos baseadas no MPT.Br e TMMi**. Abakós, v. 2, n. 1, 2013. DOI: 10.5752/P.2316-9451.2013v2n1p3.

COSTA, Daniella de Oliveira. **Avaliação de processos de teste pelo modelo de maturidade TMMi em pequenas empresas**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

EVERETT, Gerald D.; McLEOD Jr., Raymond. **Software Testing: Testing Across the Entire Software Development Life Cycle**. Hoboken: Wiley, 2007.

FARRELL-VINAY, Peter. **Manage software testing**. 1st ed. New York: Auerbach Publications, 2008. 600 p.

GOSLIN, Andrew; WELLS, Brian. **TMMi Assessment Method Application Requirements (TAMAR)**, versão 1.0. 2016. Disponível em: <https://www.tmmi.org/download/tamar-v1-0-brazilian-portuguese/?wpdmdl=8200&sterkey=66c3988d488c1>. Acesso em: 05 set. 2024.

GRAHAM, Dorothy; BLACK, Rex; VEENENDAAL, E. V. **Foundations of software testing: ISTQB Certification**. 3. ed. Boston: Cengage Learning, 2015.

HUMBLE, Jez; FARLEY, David. **Continuous Delivery: Huge Benefits, but Challenges Too**. *IEEE Software*, v. 29, n. 4, p. 86-89, 2012.

Izzat, S. K; Saleem, N. N.. **Software Testing Techniques and Tools: A Review**. EDUSJ, v. 32, n. 2, p. 30-44. 2023. Disponível em: [https://www.academia.edu/117393469/Software\\_Testing\\_Techniques\\_and\\_Tools\\_A\\_Review](https://www.academia.edu/117393469/Software_Testing_Techniques_and_Tools_A_Review). Acesso em: 14 set. 2024.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes**. Archives of Psychology, 1932.

LOPES, Edymir Étienne Borges. **Análise de processo de testes de software: estudo de caso em uma organização.** 2019. 120 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

MALDONADO, J. C. **Critérios potenciais usos: uma contribuição ao teste estrutural de software.** 1991. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1991.

MYERS, Glenford J.; SANDLER, Corey; BADGETT, Tom. **The art of software testing.** 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

NAIK, Kshirasagar; TRIPATHY, Priyadarshi. **Software testing and quality assurance: theory and practice.** New York: Wiley, 2008.

RAMOS, Juliano Rodrigues. **Modelos de maturidade de teste de software: uma revisão sistemática da literatura.** *Colloquium Exactarum*, v. 10, n. 2, p. 38–44, 2018. ISSN 2178-8332. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/2674>. Acesso em: 20 jul. 2024.

SETHI, Sourabh. **Platforms based approach and strategy for fintech applications.** *Techrxiv* [online], 2023. Disponível em: <https://www.techrxiv.org/users/694027/articles/683364-platforms-based-approach-and-strategy-for-fintech-applications>. Acesso em: 13 Ago. 2024.

Samra, H. S. **Study on Non-Functional Software Testing.** *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, v. 4, p. 151-155, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/324985802\\_Study\\_on\\_Non\\_Functional\\_Software\\_Testing](https://www.researchgate.net/publication/324985802_Study_on_Non_Functional_Software_Testing). Acesso em: 14 set. 2024.

TMMi FOUNDATION. **TMMi Framework.** Disponível em: <https://www.tmmi.org>. Acesso em: 08 jun. 2024.

UMAR, Mubarak Albarka. **Comprehensive Study of Software Testing: Categories, Levels, Techniques, and Types.** School of Computer Science and Technology, Changchun University of Science and Technology. Jilin, 2020.

VEENENDAAL, E. V. (Ed.). **Test Maturity Model Integration (TMMi®) - Guidelines for Test Process Improvement.** Versão 1.2. TMMi Foundation, Ireland. Disponível em: <https://tmmi.org/tm6/wp-content/uploads/2018/11/TMMi-Framework-R1-2.pdf>. Acesso em: 13 Ago. 2024.

### Apêndice 1 - Questionário de Avaliação de níveis do TMMi

| Nível               | Pergunta |                                                                                                                                           |
|---------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nível 1: Inicial    | 1        | Os processos de teste são definidos e documentados?                                                                                       |
| Nível 1: Inicial    | 2        | Há uma prática de revisão e melhoria dos processos de teste?                                                                              |
| Nível 2: Gerenciado | 3        | Os critérios de entrada e saída para testes são claramente definidos?                                                                     |
| Nível 2: Gerenciado | 4        | Existe um planejamento formal de testes que é seguido?                                                                                    |
| Nível 2: Gerenciado | 5        | Os recursos necessários para os testes são alocados com antecedência?                                                                     |
| Nível 3: Definido   | 6        | Os processos de teste são integrados aos processos de desenvolvimento de software?                                                        |
| Nível 3: Definido   | 7        | Há treinamento e desenvolvimento contínuo para a equipe sobre testes?                                                                     |
| Nível 3: Definido   | 8        | As ferramentas de automação de teste são utilizadas regularmente?                                                                         |
| Nível 4: Medido     | 9        | Métricas de desempenho de teste são coletadas e analisadas regularmente?                                                                  |
| Nível 4: Medido     | 10       | Os resultados das métricas de teste são usados para melhorar os processos de teste?                                                       |
| Nível 5: Otimizado  | 11       | Há um processo contínuo de melhoria baseado em análises de causa raiz (RCA) dos defeitos encontrados?                                     |
| Nível 5: Otimizado  | 12       | Os processos de teste são revisados regularmente e melhorados com base em novas tecnologias e práticas de mercado?                        |
| Nível 5: Otimizado  | 13       | Os dados de testes são formalmente capturados e reutilizados, incluindo o uso de lições aprendidas para prever e prevenir falhas futuras? |
| Nível 5: Otimizado  | 14       | A organização revisa regularmente seu desempenho de teste contra metas estabelecidas?                                                     |
| Nível 5: Otimizado  | 15       | Existe um plano de ação para melhorar os processos de teste com base nos resultados das avaliações?                                       |