



Tamires Pereira da Silva

# ***Guidelines para Análise de Viabilidade de Projetos de Automação de Teste***

Recife

2019

Tamires Pereira da Silva

## ***Guidelines* para Análise de Viabilidade de Projetos de Automação de Teste**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências da Computação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências da Computação.

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Departamento de Computação

Curso de Bacharelado em Ciências da Computação

Orientador: Ana Paula Carvalho Cavalcanti Furtado

Recife

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586g Silva, Tamires Pereira da  
Guidelines para Análise de Viabilidade de Projetos de Automação  
de Teste/ Tamires Pereira da Silva. – 2019.  
83 f. : il.

Orientadora: Ana Paula Carvalho Cavalcanti Furtado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência da  
Computação, Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências e apêndice(s).

1. Software – Testes 2. Testes – Automação 3. Software –  
Desenvolvimento I. Furtado, Ana Paula Carvalho Cavalcanti, orient.  
II. Título

CDD 004



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

<http://www.bcc.ufrpe.br>

**FICHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Trabalho defendido por TAMIRES PEREIRA DA SILVA às 10 horas do dia 10 de julho de 2019, na sala 28, 2 andar CEAGRI II, como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, intitulado " **Guidelines para Análise de Viabilidade de Automação de Teste** ", orientado por Ana Paula Carvalho Cavalcanti Furtado e aprovado pela seguinte banca examinadora:

---

Ana Paula Carvalho Cavalcanti Furtado

DC/UFRPE

---

Sidney de Carvalho Nogueira  
DC/UFRPE

*À todos aqueles que estiveram ao meu lado durante esta jornada.*

# Agradecimentos

Agradeço à meus pais por me apoiarem durante toda minha vida, me dando incentivo em todos os momentos difíceis da minha vida. Agradeço também a todos meus amigos que me ajudaram em todos os momentos que precisei, em especial a minha turma de 2014.1 e aqueles que surgiram ao longo da minha vida acadêmica.

Um agradecimento especial a minha orientadora, que me ajudou durante toda esta pesquisa e ofereceu todo o suporte necessário para que fosse possível realizá-lo da melhor forma possível.

*“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”  
(Robert Collier)*

# Resumo

**Contexto:** realizar testes é uma atividade imprescindível no desenvolvimento de software. Apesar disso algumas, empresas negligenciam sua execução, com a justificativa de que o esforço e custo empreendidos não seriam válidos no projeto. Com isso a automação de testes surgiu como uma alternativa para diminuir esses problemas a longo prazo no desenvolvimento. Mas apesar de ser uma possível solução, a automação, se mal aplicada, pode inviabilizar um projeto, trazendo mais problemas do que soluções. Uma forma de se tentar evitar essa situação é analisando a viabilidade de se implantar testes automatizados antes de sua implantação em um projeto de software.

**Objetivo:** este trabalho, portanto, tem como objetivo propor uma forma de analisar a viabilidade de um projeto de automação, inicialmente levantando-se os principais problemas encontrados na execução da atividade. A partir dos dados encontrados propõe uma forma de realizar a análise da viabilidade da automação dentro de um projeto de software.

**Método:** esta proposta foi elaborada a partir da realização de um levantamento na bibliografia, para assim conseguir averiguar os pontos de interesse na análise da viabilidade, após essa etapa foram realizadas entrevistas com especialistas na área, com a finalidade de comparar os dados encontrados com resultados da primeira etapa de pesquisa. Os resultados destas fases foram organizados em forma de *guidelines*, validados a partir da execução de um estudo de caso.

**Resultados:** a proposta foi composta pela criação de *guidelines*, que consistem em pontos que devem ser considerados antes de iniciar a automação. A proposta foi validada com um estudo de casos aplicado no contexto de três projetos reais. Em cada projeto foram aplicados *checklists* a fim de se avaliar a possibilidade do uso da automação.

**Conclusão:** com base nos resultados da pesquisa foi possível notar que os problemas causados por uma aplicação incorreta da automação podem prejudicar o projeto como um todo, a análise da viabilidade, portanto, representa uma forma de minimizar esses problemas. A proposta dos *guidelines* pôde ser usado através do estudo de caso como forma de validar os *guidelines*.

**Palavras-chave:** Teste de software. Testes automatizados de software. Viabilidade de automação de teste.



# Abstract

**Context:** Performing tests is an essential activity in software development. Need some companies neglect their execution, with a justification of the effort and costs are not valid in the project. With this, a test automation has emerged as an alternative to lessen these problems. But once solved, an automation, corrected, can make a project unfeasible, bringing more problems than solutions. The way to analyze is a feasibility of automating the automated testing of your deployment in a software project. **Objective:** This work, therefore, has as a goal a way of seeing the feasibility of an automation project, an increasing number of main tasks in the execution of the activity. From the data found, it is a way of performing an analysis of the feasibility of automation within a software project. **Method:** this proposal was elaborated with the intention of compiling a bibliographical survey, in order to obtain the points of interest in the feasibility analysis, the meeting point was banned in the area, in order to compare the data contained in the results of the first part of search. The results were organized in the form of guidelines, validated from the execution of a case study. **Results:** The proposal was made according to the guidelines, which are points that must be included before starting an automation. The proposal was validated with a case body without the context of three reais. In each project, checklists were carried out in order to evaluate the possibility of using the automation. **Conclusion:** based on the results can be recognized as a whole, a feasibility analysis, therefore, represents a form of automation of the problems. The proposal of the guidelines was used through the case study as a way of validating the guidelines.

**Keywords:** Software Test. Automated software testing. Test Automation Feasibility.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Fases da metodologia de pesquisa . . . . .	21
Figura 2 – Fases da execução das entrevistas . . . . .	23
Figura 3 – Fases de um estudo de caso . . . . .	24
Figura 4 – Timeline de trabalhos relacionados . . . . .	29
Figura 5 – Fórmulas para cálculo do ROI . . . . .	30
Figura 6 – Ponto de interseção para automação de testes . . . . .	32
Figura 7 – Gráfico de entrevistas . . . . .	42
Figura 8 – Forma de implantação do <i>guideline</i> de custo . . . . .	48
Figura 9 – Forma de implantação do <i>guideline</i> de aquisição de ferramentas e infraestrutura . . . . .	50
Figura 10 – Forma de implantação do <i>guideline</i> de fatores humanos e organiza- cionais . . . . .	53
Figura 11 – Forma de implantação do <i>guideline</i> de fatores relacionados ao sistema	56
Figura 12 – Forma de implantação do <i>guideline</i> de fatores de teste . . . . .	60

# Lista de quadros

Quadro 1 – Variáveis das fórmulas para cálculo do ROI .....	30
Quadro 2 – Critérios de comparação entre os trabalhos .....	36
Quadro 3 – Roteiro das entrevistas realizadas .....	38
Quadro 4 – Descrição do perfil dos entrevistados .....	40
Quadro 5 – Contextualização caso 1 .....	63
Quadro 6 – Caracterização do entrevistado 1 .....	64
Quadro 7 – Contextualização caso 2 .....	65
Quadro 8 – Caracterização do entrevistado 2 .....	66
Quadro 9 – Contextualização caso 3 .....	67
Quadro 10 – Caracterização do entrevistado 3 .....	67
Quadro 11 – Checklist para custo .....	68
Quadro 12 – Checklist para aquisição de ferramentas e infraestrutura .....	69
Quadro 13 – Checklist para fatores humanos e organizacionais .....	70
Quadro 14 – Checklist para fatores relacionados ao sistema .....	71
Quadro 15 – Checklist para fatores relacionados ao teste.....	72

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Níveis de recomendação para automação . . . . .	73
Tabela 2 – Respostas checklists . . . . .	73
Tabela 3 – Resultados em porcentagem . . . . .	74

# Lista de abreviaturas e siglas

ROI	Return on Investment
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
ENA	Epistemic Network Analysis
SUT	System Under Test

# Sumário

	<b>Lista de ilustrações</b> . . . . .	<b>7</b>
	<b>Lista de quadros</b> . . . . .	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Contexto</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Motivação</b> . . . . .	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>Problemática</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos</b> . . . . .	<b>18</b>
1.4.1	Objetivo geral . . . . .	18
1.4.2	Objetivos específicos . . . . .	18
<b>1.5</b>	<b>Estrutura do Trabalho</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Planejamento da pesquisa</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Fases da pesquisa</b> . . . . .	<b>20</b>
2.2.1	Revisão Bibliográfica Exploratória . . . . .	21
2.2.2	Entrevistas com especialistas . . . . .	21
2.2.3	Elaboração da proposta . . . . .	23
2.2.4	Avaliação da proposta . . . . .	23
<b>2.3</b>	<b>Conclusão</b> . . . . .	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Teste</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>Análise de viabilidade</b> . . . . .	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b> . . . . .	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Visão geral</b> . . . . .	<b>28</b>
4.1.1	Trabalhos relacionados . . . . .	29
4.1.2	Análise comparativa dos trabalhos . . . . .	35
<b>5</b>	<b>ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>5.1</b>	<b>Planejamento</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>5.2</b>	<b>Execução</b> . . . . .	<b>41</b>
<b>5.3</b>	<b>Análise dos resultados</b> . . . . .	<b>41</b>
5.3.1	ENA . . . . .	41
5.3.2	Avaliação dos resultados . . . . .	42

<b>5.4</b>	<b>Conclusão</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>PROPOSTA</b>	<b>45</b>
<b>6.1</b>	<b>Visão geral da proposta</b>	<b>45</b>
<b>6.2</b>	<b>Principais itens a serem considerados</b>	<b>45</b>
<b>6.3</b>	<b>Custo da automação</b>	<b>46</b>
6.3.1	Descrição	46
6.3.2	Benefícios da adoção	47
6.3.3	Fundamentação teórica	47
6.3.4	Forma de implantação	48
<b>6.4</b>	<b>Aquisição de ferramentas e infraestrutura</b>	<b>49</b>
6.4.1	Descrição	49
6.4.2	Benefícios da adoção	49
6.4.3	Fundamentação teórica	49
6.4.4	Forma de implantação	50
<b>6.5</b>	<b>Fatores humanos e organizacionais</b>	<b>52</b>
6.5.1	Descrição	52
6.5.2	Benefícios da adoção	52
6.5.3	Fundamentação teórica	52
6.5.4	Forma de implantação	53
<b>6.6</b>	<b>Fatores relacionados ao sistema</b>	<b>54</b>
6.6.1	Descrição	54
6.6.2	Benefícios da adoção	55
6.6.3	Fundamentação teórica	55
6.6.4	Forma de implantação	56
<b>6.7</b>	<b>Fatores relacionados ao teste</b>	<b>58</b>
6.7.1	Descrição	58
6.7.2	Benefícios da adoção	58
6.7.3	Fundamentação teórica	59
6.7.4	Forma de implantação	59
<b>6.8</b>	<b>Conclusão</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>AVALIAÇÃO DA PROPOSTA</b>	<b>62</b>
<b>7.1</b>	<b>Planejamento</b>	<b>62</b>
7.1.1	Caracterização dos casos	62
7.1.1.1	Caso 1	62
7.1.1.2	Caso 2	64
7.1.1.3	Caso 3	66
7.1.2	Coleta de dados	68
7.1.3	Análise dos dados	72

7.1.4	Limitações e ameaças a validade . . . . .	75
7.1.5	Conclusão . . . . .	75
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>8.1</b>	<b>Considerações finais . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>8.2</b>	<b>Trabalhos futuros . . . . .</b>	<b>77</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>78</b>



# 1 Introdução

Neste capítulo serão apresentados o contexto da pesquisa, bem como sua justificativa e objetivos, além de abordar a questão de pesquisa que se pretende responder.

## 1.1 Contexto

A busca por uma maior **qualidade no software** que é entregue ao cliente, fez com que as empresas focassem mais sua atenção nos testes de software. De acordo com BERTOLINO (2007) os testes são usados na indústria para garantir a qualidade, já que fazendo um exame direto na execução do software, é possível fornecer um *feedback* mais realista do seu comportamento, e tornar mais clara a busca por soluções de problemas encontrados durante os testes.

Para PRESSMAN (2010) o **teste de software** é um elemento de um aspecto mais amplo, frequentemente referido como verificação e validação (V&V). Em que verificação refere-se às atividades que visam garantir a implementação correta de uma funcionalidade; validação diz respeito às tarefas que garantem que os requisitos do cliente sejam implementados. Dentre as principais vantagens de se ter um processo bem estruturado de teste dentro de um projeto de software, é evitar retrabalho. Defeitos ou inconformidades encontradas podem ser resolvidos antes de se entregar o produto final ao cliente.

A atividade de teste pode ser dividida em **testes manuais e testes automatizados** (KASURINEN; TAIPALE; SMOLANDER, 2010). GAROUSI; PFAHL (2015) definem como testes manuais as atividades conduzidas por testadores que se propõem a utilizar o sistema como um usuário final, buscando inconformidades e defeitos. Já os testes automatizados são definidos como testes realizados através da utilização de uma ferramenta de software, em que *scripts* são executados com a finalidade de encontrar inconformidades entre a saída do software e a saída esperada.

HOFFMAN (1999) recomenda o uso da **automação em testes** unitários e testes de regressão, ou seja, para casos de teste que serão rodados repetidamente, e assim conseguindo mais tempo para execução de outras atividades. Como dito por KASURINEN; TAIPALE; SMOLANDER (2010), o sucesso na automação pode possibilitar uma maior qualidade a um menor custo para o projeto.

Apesar de todos os seus benefícios, autores como BERTOLINO (2007) e SOMMERVILLE (2011) enfatizam que automatizar todos os casos de teste é impossível. Outro **problema** apontado para a automação é o custo associado a esta prática, o

custo para a automação é alto e o esforço de automação deve ser pago pelos benefícios resultantes. Automatizar todas as atividades de teste durante a fase de desenvolvimento pode levar mais de 50% do esforço global do projeto como dito por [COLLINS; LUCENA \(2012\)](#).

Garantir que o produto funcione corretamente e que esteja de acordo com as necessidades do cliente, são premissas básicas para se criar um projeto de software. Qualquer produto entregue sem esses dois requisitos não é admissível no mercado atual, diminuindo a competitividade da empresa no mercado, já que empresas que não entregam produtos de qualidade não conseguem uma grande projeção no mercado de software.

## 1.2 Motivação

A constante busca por maior qualidade em menor tempo e custo, fez com que as empresas procurem ao máximo melhorar as suas atividades de teste, alocando equipes especificamente para a realização de testes como citado em ([ARANHA et al., 2008](#)). Uma das formas encontradas para melhorar a realização dos testes é a utilização da automação de teste. A automação tem como principal objetivo diminuir o tempo empregado durante a atividade de teste e melhorar sua eficiência. [FEWSTER \(2001\)](#) apontou a automação como um dos principais investimentos em organizações, a fim de melhorar a qualidade de software.

Um dos principais motivos que levaram muitas organizações a usarem a automação de teste, foi a possibilidade de se realizar testes de forma automática ao invés de realizá-los manualmente ([FEWSTER, 2002](#)). Mas isso trouxe alguns problemas, já que as empresas em sua maioria não tinham uma compreensão clara de tudo o que é envolvido no uso da automação. Apesar da automação de teste trazer várias vantagens, como ser uma forma de fazer mais com menos tempo e menos recursos ou mesmo o fato de os testes poderem ser repetidos muitas vezes sem muito esforço, tornando mais fácil encontrar erros mais cedo e corrigi-los a um menor custo, a automação pode trazer alguns problemas ao projeto. Já que para fazer uma automação de testes bem-sucedida, é necessário um grande investimento de tempo e experiência ([GAROUSI; PFAHL, 2015](#)). Para [FEWSTER \(2001\)](#) como resultado, muitas tentativas de automação de teste falharam ao tentar alcançar seus reais benefícios por um tempo duradouro.

Atualmente nos projetos de desenvolvimento de software, garantir a qualidade de um produto de software produzido com tempo e custo coerentes ao que se foi planejado é um enorme desafio. De acordo com o Standish Group em seu *Chaos Report* de 1994, apenas 16% dos projetos de software foram bem sucedidos e 31% falharam.

Em outro relatório do Standish Group em 2015 mostrou que o número de sucesso aumentou para 29% e a taxa de fracasso diminuiu para 19%. Apesar do aumento de projetos de sucesso, a taxa de insucessos em projetos de software ainda se mostra alta.

O desafio para a implantação de uma atividade de teste adequada é principalmente o seu custo. Os testes de software são considerados em clássicos da literatura em Engenharia de Software, como uma atividade que consome entre 30 e 50% do esforço total de desenvolvimento (PRESSMAN, 2010). Para que se consiga desenvolver a atividade de teste é necessário criar um planejamento de projeto que leve em consideração a realização desta atividade, para que seus benefícios não se convertam em problemas durante o desenvolvimento do projeto.

Um estudo realizado em 2013 pela Universidade de Cambridge apontou que o custo global para detecção e correção de defeitos de mercadorias subiu para \$ 312 bilhões de dólares por ano e representa em média metade do tempo de desenvolvimento (GAROUSI; FELDERER; HACALOGLU, 2017). Com isso as empresas precisaram criar uma melhor estrutura para realização dos testes, e assim conseguir realizar atividade a um menor custo.

Muitos gerentes acreditam que automação de teste é algo que trará benefícios imediatos, resolvendo todos os problemas relacionados a teste (HOFFMAN, 1999), questões como tempo, custo, qualidade melhorariam drasticamente dentro do projeto. Como aponta HOFFMAN (1999), apesar de algumas histórias de sucesso, em sua maioria os projetos de automação falham. Isso se deve principalmente ao fato de se acreditar que automatizar todo o projeto é algo possível e qualquer análise aprofundada sobre o custo que essa automação causaria é desnecessária.

GAROUSI; PFAHL (2015) apontam que o maior interesse por parte dos testadores na automação dos testes é buscar um ROI positivo, e que pesquisas sobre o assunto preocupassem apenas com a execução dos testes. Fazer uma análise prévia na viabilidade da automação poderia garantir um melhor investimento dentro do projeto.

### 1.3 Problemática

A atividade de teste em um projeto de software é sempre considerada uma das etapas mais custosa e difícil de ser realizada (HYNNINEN et al., 2018). O custo financeiro e de tempo associado aos testes fez com que surgissem formas de se tentar diminuir os custos associados a esta etapa, uma dessas formas é a automação de testes. Porém como dito por FEWSTER (2001) a possibilidade de se executar um teste de forma automatizada ao invés de executá-los manualmente, levou muitas empresas

a usar a automação de testes sem que houvesse uma devida compreensão dos pontos envolvidos.

O custo empreendido para se automatizar testes têm alto impacto sobre o custo final dos testes e a qualidade da aplicação desenvolvida. Levando-se em conta um software criado para uma grande empresa, que pode gerar milhares de casos de teste, o custo gerado pela automação se torna bem alto (THUMMALAPENTA et al., 2012). Utilizar a automação de testes sem que se tenha definido qualquer critério pode elevar os custos do projeto de forma a torná-lo inviável.

FEWSTER (2001) cita como uma das principais vantagens para automação o fato que os testes automatizados normalmente tendem a ser mais econômicos a longo prazo se comparados com os testes manuais, já que só necessitam de uma parte do esforço empregado para a realização de testes manuais. Mas também aponta que seu custo inicial de criação e manutenção é mais elevado se comparado aos testes manuais. Por isso é preciso que os testes automatizados sejam criados da maneira mais efetiva possível, e assim o custo para automações futuras sejam menores.

Apesar de não se tratar de uma área de pesquisa recente, os trabalhos relacionados à automação de testes tiveram um grande aumento nos últimos anos. Um dos motivos que podem ter ocasionado esse aumento, seria o grande interesse das empresas criado em torno da automação de testes, visando a diminuição do custo na etapa de teste e o aumento na qualidade do produto final como dito por KASURINEN; TAI-PALE; SMOLANDER (2010). Pesquisas na área foram conduzidas nos últimos anos, de acordo com GAROUSI; MäNTYLÄ (2016) entre 2010 e 2014, 78 de 113 das publicações sobre teste foram focadas em automação de teste. A alta taxa de insucesso em projetos de automação de testes também pode ser apontada como uma das causas para que se tenha uma grande demanda de pesquisas sobre a implantação da automação de testes.

Como dito por RAMLER; WOLFMAIER (2006) os motivos para que os projetos de automação de testes falhem, incluem na maioria dos casos uma falta de compreensão do esforço que será necessário para o desenvolvimento e manutenção dos testes. Normalmente os responsáveis pelo projeto são surpreendidos pelo tamanho do investimento financeiro e de tempo para se automatizar os testes, na maioria dos casos as empresas buscam os resultados e desconsideram o real custo benefício da implantação da automação.

Ter mais segurança sobre a real necessidade da automação dos testes, o custo associado à sua implantação, bem como o ganho que se pode conseguir a partir do seu uso, são pontos que devem ser considerados antes de se automatizar. Gerar custos desnecessários ao projeto é algo impensável nos dias de hoje, em que tempo de entrega e qualidade do produto final são premissas exigidas por todos os clientes de

empresas de desenvolvimento de software. Não é mais aceitável entregar sistemas de software a custos astronômicos com um longo tempo de entrega. Para tanto é necessário a realização de testes de software da melhor maneira possível, com custo e tempo adequados ao projeto.

**Como analisar a viabilidade de projetos de automação de teste**, é uma questão ainda não totalmente respondida pela literatura. Tendo um grande impacto para se garantir a qualidade do projeto a custos aceitáveis, através da realização de atividades de teste bem planejadas e coerentes com o projeto. Saber quando automatizar pode ser o diferencial para se garantir a qualidade necessária levando em conta o custo determinado no planejamento inicial de um projeto.

## 1.4 Objetivos

Esta seção apresenta os objetivos, geral e específicos, deste trabalho.

### 1.4.1 Objetivo geral

Utilizando-se como base a problemática apresentada na seção anterior, o objetivo deste trabalho é propor guias para auxiliar na análise da viabilidade da automação de testes de software.

### 1.4.2 Objetivos específicos

1. Analisar as práticas mostradas na literatura, para identificação da viabilidade de projetos de automação;
2. Comparar as práticas de análise encontradas na literatura com o guia proposto.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é composto por este capítulo que apresenta a introdução, além dos seguintes que são:

- Capítulo 2 que apresenta a Metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho;
- Capítulo 3 mostra a Revisão Bibliográfica referente a pesquisa;
- Capítulo 4 descreve os Trabalhos Relacionados ao tema de pesquisa deste trabalho;

- 
- Capítulo 5 apresenta a descrição das Entrevistas com especialistas realizadas para compor a proposta deste trabalho;
  - Capítulo 6 descreve a proposta desenvolvida;
  - Capítulo 7 mostra a avaliação da proposta feita por este trabalho;
  - O capítulo 8 traz as conclusões e as propostas para trabalhos futuros.

## 2 Metodologia de pesquisa

Este capítulo apresenta a descrição da metodologia utilizada durante o desenvolvimento deste trabalho, bem como as etapas seguidas na sua execução.

### 2.1 Planejamento da pesquisa

Para a obtenção de melhores resultados, um projeto de pesquisa precisa ser meticulosamente planejado, levando em conta seu escopo e seu tipo. A pesquisa empírica tem por objetivo fazer uma comprovação prática de fenômenos sociais ou cognitivos, através do uso de métodos como experimentação, observação, entrevistas ou *surveys* (SJØBERG; DYBÅ; JORGENSEN, 2007).

Para que se obtenha bons resultados através de uma pesquisa empírica é necessário planejar a execução da pesquisa, obtendo-se conhecimento sobre a população analisada, bem como a técnica que será utilizada para colher os dados (KITCHENHAM et al., 2002).

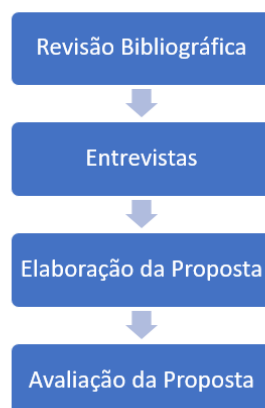
A engenharia de software baseada em evidências tenta conectar o rigor metodológico de uma pesquisa com sua relevância para a prática (DYBÅ; KITCHENHAM; JØRGENSEN, 2005). Assim ela é capaz de fornecer um objetivo comum entre os pesquisadores, um meio pelo qual é possível se decidir por uma tecnologia, além de aumentar a confiabilidade e a aceitação de um software (KITCHENHAM; DYBA; JORGENSEN, 2004).

Assim esta pesquisa foi planejada de forma a dar uma maior ênfase ao contexto prático, levando-se em conta as necessidades do mercado. Optou-se por um método de coleta de dados qualitativos, a partir dos quais foi possível levantar teorias sobre o tema pesquisado.

### 2.2 Fases da pesquisa

O presente trabalho seguiu quatro fases durante a execução de sua pesquisa. Na primeira fase foi realizada uma revisão bibliográfica exploratória, na segunda fase foram realizadas entrevistas com especialistas na área seguida pela elaboração da proposta, e na última fase foi realizada avaliação desta proposta. A ordem sequencial das etapas pode ser vista na Figura 1 abaixo.

Figura 1 – Fases da metodologia de pesquisa



**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

### 2.2.1 Revisão Bibliográfica Exploratória

A revisão bibliográfica é uma etapa útil para organizar as informações relevantes dos principais trabalhos analisados, para assim traçar novas possibilidades a um problema de pesquisa. O objetivo de sua realização neste trabalho foi a compreensão dos mecanismos já utilizados na literatura para tentar resolver a questão de pesquisa, bem como a possibilidade de encontrar novas formas de resolução, por meio de uma análise detalhada da literatura.

A realização de uma revisão da literatura possui grande importância para o pesquisador, é a partir de sua realização que é possível classificar os tópicos de pesquisa, priorizando os mais importantes (DENScombe, 2014). Sua importância também se deve na identificação de estudos relacionados, que podem preencher possíveis lacunas e possivelmente expandindo a pesquisa (CRESWELL, 2014).

Durante a realização da presente pesquisa, foram realizadas buscas pelas bases de pesquisa *IEEE*, *Scopus*, *ACM*, *Google Scholar*, *Science Direct* e *Willey*. As consultas foram realizadas de forma exploratória, buscando trabalhos relacionados a questão de pesquisa. Sendo uma etapa de extrema importância para dar maior embasamento ao trabalho.

### 2.2.2 Entrevistas com especialistas

(LETHBRIDGE; SIM; SINGER, 2005)) define entrevista como uma técnica de coleta de primeiro grau, em que é necessário que haja contato com o participante e os dados são coletados em tempo real, demandando mais esforço e tempo na pesquisa. Para RUNESON et al. (2012) os métodos de primeiro grau tem como principal vantagem a possibilidade de permitir ao pesquisador um maior controle na coleta de dados,



podendo-se escolher o que irá ou não ser coletado. Para fins de validação do que se foi analisado na pesquisa bibliográfica, e buscar novos dados baseados no conhecimento prático, este trabalho utilizou entrevistas para montar sua proposta.

As entrevistas são guiadas baseadas em perguntas realizadas pelo entrevistador sobre o assunto pesquisado, podendo ser abertas, dando ao entrevistado a possibilidade de dar diferentes respostas, ou fechadas, em que o entrevistado escolhe uma resposta de uma lista já feita pelo entrevistador. As entrevistas também podem ser classificadas como estruturadas, semi-estruturadas ou não-estruturadas (RUNESON et al., 2012).

Neste trabalho escolheu-se a realização de entrevistas semi-estruturadas com perguntas abertas, a fim de permitir uma maior liberdade na condução da coleta. O protocolo da entrevista foi criado baseado no modelo funil mostrado por (RUNESON et al., 2012), em que se começa com perguntas mais genéricas depois se passa para as mais específicas.

O principal objetivo da condução das entrevistas foi buscar por um conhecimento mais prático no mercado ao que diz respeito a automação de testes. Foram levantadas as práticas mais utilizadas para investigar a viabilidade da automação de testes de software e quais as principais dificuldades enfrentadas pelo mercado nesta questão. As entrevistas realizadas desempenharam um importante papel para a criação dos *guidelines* propostos.

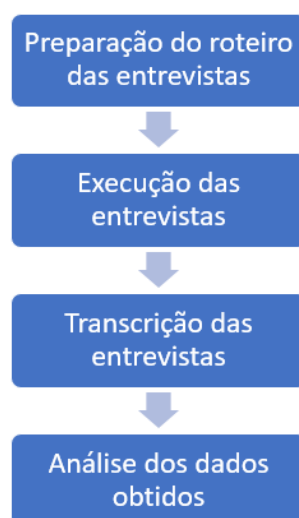
A execução de entrevistas requer a definição de alguns passos. As entrevistas realizadas durante a elaboração deste trabalho levaram em conta os procedimentos descritos em (HOVE; ANDA, 2005). Os objetivos de cada etapa são descritos abaixo:

1. **Preparação do roteiro das entrevistas:** durante esta fase de elaboração, é necessário a criação de um roteiro de perguntas com seus determinados objetivos, para que seja seguido durante a execução das entrevistas. Em alguns casos é necessário que o roteiro seja adaptado durante as execuções para se adequar a novos objetivos ou mudanças na situação.
2. **Execução das entrevistas:** durante a execução das entrevistas serão coletados os dados referentes a pergunta de pesquisa criada, para que se possa atingir os objetivos do trabalho.
3. **Transcrição de áudio:** durante a execução das entrevistas pode ser necessário a gravação de áudio, os dados colhidos devem ser transcritos para posterior análise.
4. **Analisar os dados:** durante esta fase é necessário considerar todos os dados

colhidos para assim fazer uma análise qualitativa das entrevistas e gerar resultados a partir dela.

As etapas listadas acima baseadas no trabalho (HOVE; ANDA, 2005), são mostradas na Figura 2, que apresenta uma visão geral da execução da etapa de entrevistas.

Figura 2 – Fases da execução das entrevistas



**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

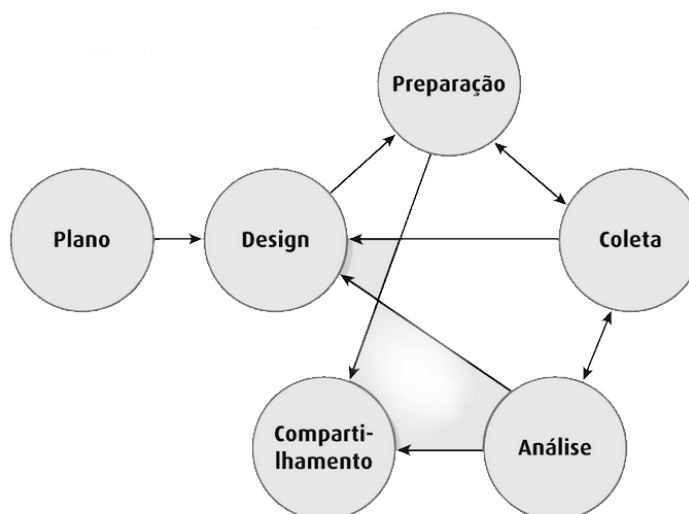
### 2.2.3 Elaboração da proposta

A elaboração da proposta foi realizada a partir dos conhecimentos adquiridos durante a revisão bibliográfica, juntamente com os dados recolhidos durante as entrevistas com os especialistas. As informações coletadas durante as duas etapas anteriores foram de grande importância para se obter uma visão mais acadêmica do problema, durante a revisão bibliográfica, e uma visão mais voltada para o mercado durante as entrevistas. O detalhamento da proposta poderá ser visto no capítulo 6.

### 2.2.4 Avaliação da proposta

Para (YIN, 2015) um estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno em seu contexto real, principalmente quando o fenômeno e o contexto não são evidentes. Segundo (YIN, 2015) algumas etapas devem ser seguidas durante o estudo de caso, como pode ser visto na Figura 3 abaixo. Na Figura é possível notar que trata-se de um processo linear, mas apesar disso ele deve ser interativo, comunicando-se entre suas fases.

Figura 3 – Fases de um estudo de caso



Fonte: (YIN, 2015)

Nesta pesquisa a metodologia de estudo de caso foi utilizada como forma de avaliar a proposta apresentada. O estudo foi feito dentro do contexto de três projetos de software, em que um dos projetos já estava utilizando automação e os outros dois estavam no início do processo de automação, para assim conseguir utilizar os *guidelines* propostos para avaliar a viabilidade do uso de testes automatizados analisando-se diferentes perspectivas fases de projeto.

## 2.3 Conclusão

Neste capítulo foi apresentada a metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho, cada etapa realizada durante sua execução seguiu as necessidades do projeto de pesquisa, a fim de atender aos objetivos pretendidos.

## 3 Revisão bibliográfica

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos relacionados ao tema. Na seção 3.1 será abordado conceitos básicos em relação a testes, enquanto na seção 3.2 será mostrado conceitos sobre análise de viabilidade.

### 3.1 Teste

Problemas como perda de qualidade e desperdício de tempo na produção de software, tem feito com que organizações inteiras repensem suas formas de garantir um desenvolvimento de mais adequado. Com essa finalidade a realização de testes no software produzido é frequentemente associado como uma forma de garantia de qualidade, mas como defende [SETH; TAIPALE; SMOLANDER \(2014\)](#) a realização de testes não garante uma maior qualidade do produto, mas sem sua realização a qualidade não pode ser alcançada.

Testes é descrito por [PRESSMAN \(2010\)](#) como uma das atividades mais relevantes do processo de V&V. Sendo essencial que suas etapas sejam elaboradas e realizadas da forma correta, precisando estar presentes em todas as etapas do desenvolvimento, para assim garantir o sucesso da atividade.

[\(BERTOLINO, 2007\)](#) define como teste de software observações realizadas no software construído, a fim de descobrir mal-funcionamentos e inconformidades no produto. [\(SOMMERVILLE, 2011\)](#) caracteriza dois principais objetivos para os testes, o primeiro é demonstrar ao desenvolvedor e ao cliente que o software atende aos requisitos, e o segundo refere-se a descobrir situações em que o comportamento do software é incorreto, os dois objetivos podem ser referenciados como verificação e validação (V&V).

Os testes podem ser divididos em manuais e automáticos. Com os automáticos sendo mais utilizados em testes unitários e de regressão [\(KASURINEN; TAIPALE; SMOLANDER, 2010\)](#). [THUMMALAPENTA et al. \(2013\)](#) diz que em casos de grandes suítes de testes que precisam ser executadas diversas vezes, os testes manuais são impraticáveis, nessas situações a automação é a melhor alternativa. Alguns autores como [GAROUSI et al. \(2018\)](#) consideram a automação mais cara para ser implementada dentro de um projeto se comparado com a realização dos testes de forma manual.

Para a execução adequada da atividade, é necessário seguir algumas estratégias. [THUMMALAPENTA et al. \(2012\)](#) diz que um teste de sistema deve iniciar pela identificação do cenário de teste através dos casos de uso e dos requisitos, e assim

criar-se os testes manuais.

Para [BERTOLINO \(2007\)](#) a área de testes ainda possui grandes desafios, como por exemplo o entendimento dos custos envolvidos na realização dos testes. Diferente de trabalhos como ([SETH; TAIPALE; SMOLANDER, 2014](#)), ([BERTOLINO, 2007](#)) afirma que associar a atividade de testes a um alto custo nem sempre é correto, isso porque há falta de confiabilidade dos valores informados para este custo, já que a maior parte dos dados são antigos e as empresas não divulgam novos valores, já que se tratam de informações sensíveis.

## 3.2 Análise de viabilidade

O cenário de desenvolvimento de testes tem mudado significativamente nos últimos anos. Houve um considerável aumento no uso de testes automáticos pela indústria, como apontado por [HYNNINEN et al. \(2018\)](#), que também mostrou em sua pesquisa que os processos formais de software são cada vez menos usados. Isso mostra a importância de se criar uma análise de viabilidade confiável no processo de teste.

Problemas no desenvolvimento dos testes de software, podem ser encontrados na literatura. [MARICK \(1998\)](#) reuniu em seu trabalho alguns dos principais erros durante o planejamento da atividade de testes, entre eles a estimativa de esforço. Portanto o processo de automação não está isento dos mesmos erros, inclusive criando outros. [BACH \(1999\)](#) levantou questões relacionadas à automação que podem ocasionar enganos, como por exemplo o fato de se acreditar que testes manuais e automáticos são o mesmo processo, o autor argumenta que tratá-los da mesma forma, planejando seus custo e esforço com as mesmas métricas é um erro.

Entendimentos errados sobre o processo de teste, podem ocasionar desastres durante o desenvolvimento de software. Para [HOFFMAN \(1999\)](#) a automação muda a complexidade de um projeto, portanto diversos fatores devem ser considerados em seu planejamento. O autor aponta a análise da automação como uma atividade essencial para garantir a efetividade do projeto.

Alguns estudos como ([HOFFMAN, 1999](#)) e ([RAMLER; WOLFMAIER, 2006](#)) se propõe a analisar o custo da automação, mas [SAHAF et al. \(2014\)](#) aponta como limitação destas pesquisas transformarem os benefícios e custo em uma única unidade de comparação. Pesquisas atuais como ([GAROUSI; MÄNTYLÄ, 2016](#)) ainda apontam para a dificuldade de analisar a viabilidade do uso da automação. Pontos como ferramenta a ser utilizada, estabilidade do projeto e casos de uso adequados para a automação, são questões a serem consideradas antes da automação, de acordo com [GAROUSI; MÄNTYLÄ \(2016\)](#) e [HOFFMAN \(1999\)](#).

Problemas criados por uma automação mal planejada não são difíceis de serem encontradas na indústria. Trabalhos como o de (CONTAN; DEHELEAN; MICLEA, 2018) mostram que o retorno do investimento na automação tem sido baixo em alguns projetos de software. Por motivos como estes autores como MENG (2011) não indicam que a automação seja usada cegamente, sem que haja uma análise da sua adequação ao projeto, já que o custo inicial da automação é bem maior que a dos testes manuais.

## 4 Trabalhos relacionados

Este capítulo apresentará os principais trabalhos relacionados que foram considerados nesta pesquisa, bem como suas principais contribuições para a área.

### 4.1 Visão geral

Considerando o cenário atual de desenvolvimento de software, em que cada vez se produz mais em menos tempo, a automação de testes é uma alternativa para conseguir rápido *feedback* (CONTAN; DEHELEAN; MICLEA, 2018). Apesar de seus benefícios para a indústria seu uso requer uma análise do quão efetivo poderá ser dentro de um projeto de software (HOFFMAN, 1999).

A automação pode trazer grandes benefícios para um projeto como, diminuição do esforço de teste e agilidade em suas execuções (GANDHI; PILLAI, 2014). Porém seu uso depende da análise de diversos fatores do projeto. Implantar automação de testes dentro de um projeto de software, requer um estudo detalhado de seu impacto e de seu custo benefício.

Existem trabalhos na literatura que se propõem a classificar os fatores que mais interferem na automação, provendo uma possível forma de explorar pontos que afetarão no projeto. Apesar disso poucas dessas pesquisas são voltadas para o desenvolvimento de projetos de software reais, como aponta GAROUSI; MÄNTYLÄ (2016). As pesquisas relacionadas apresentadas nesta seção, apresentam modelos a serem seguidos ou mesmo algoritmos de ajuda à decisão de quando é viável utilizar a automação de testes.

Na Figura 4 é possível notar pesquisas realizadas ao longo dos anos que buscam solucionar o problema mostrado neste trabalho, mostrando que o interesse pelo assunto ainda continua presente.

Figura 4 – Timeline de trabalhos relacionados



**Fonte:** Elaborado pela Autora (2018)

#### 4.1.1 Trabalhos relacionados

**HOFFMAN (1999)** propõe em seu trabalho um guia para mensurar o custo benefício do uso da automação de testes, para assim evitar erros na avaliação da necessidade da automação dos testes. O objetivo de seu trabalho é elucidar os impactos da automação nos setores financeiros, organizacionais e na efetividade dos testes. O autor também aponta alguns benefícios e desvantagens da automação, entre os benefícios está a diminuição de pessoal para realização de teste, mas em contrapartida a grande quantidade de informações geradas pela automação, gera a necessidade de ter mais pessoas para analisá-lo.

Em uma perspectiva de gerenciamento, o autor aponta como expectativas deste setor os custos benefícios intangíveis, falsos benefícios, fatores comuns em testes manuais e automáticos e os impactos organizacionais. Entre falsos benefícios o autor cita o fato de que não é possível automatizar todos os testes, algo que é dito também por **BERTOLINO (2007)**, além de citar que o retorno do investimento não será imediato, e sim após um bom tempo. A questão da experiência da equipe também é um ponto abordado, para automatizar testes é necessário ter um bom conhecimento em testes manuais e em automação.



O autor mostra as quatro fórmulas da Figura 5 para cálculo do custo benefício da automação. Sendo as duas primeiras responsáveis pela comparação de eficiência entre testes manuais e testes automáticos, e as duas últimas responsáveis pelo cálculo do valor do retorno sobre o investimento. Esses cálculos são úteis para mensurar o custo benefício na implantação da automação. A definição das variáveis utilizadas nas fórmulas mostradas podem ser vistas no Quadro 1.

Figura 5 – Fórmulas para cálculo do ROI

$$1) E_n = A_a / A_m = (V_a + n * D_a) / (V_m + n * D_m)$$

$$(2) E_n = A_a / A_m = (V_a + n_1 * D_a) / (V_m + n_2 * D_m)$$

$$(3) ROI_{\text{automação}}(\text{no tempo } t) = (\text{Benefícios da automação}) / (\text{Custo da automação}) = B_a / C_a$$

$$(4) ROI_{\text{automação}}(\text{no tempo } t) = \Delta(\text{Benefícios da automação}) / \Delta(\text{Custo da automação}) = \Delta B_a / \Delta C_a$$

**Fonte:** Adaptado de (HOFFMAN, 1999)

Quadro 1 – Variáveis das fórmulas para cálculo do ROI

Variável	Significado
En	A diferença de custos automatizados sobre custos manuais para o mesmo número de testes desenvolvidos o mesmo número de vezes.
Va	Despesas para especificação e implementação de testes.
n	Número de execuções de teste automatizadas (e manuais).
Vm	Despesas para especificação de teste.
Dm	Despesas para execução de teste manual apenas.
Da	Despesas para interpretação de testes após testes automatizados.
n1	Número de execuções de teste somente automatizadas.
n2	Número de execuções de teste manual.
Ba	Os benefícios do teste automatizado.
Ca	Os custos de testes automatizados.

**Fonte:** Adaptado de (HOFFMAN, 1999)

**MOTWANI (2001)** aponta como desafios para automatizar os testes, os problemas criados com o desenvolvimento de ferramentas e definição do escopo da automação, além da decisão relacionada a escolha dos testes mais adequados para serem automatizados. O autor teve como objetivo de seu trabalho construir um guia de pontos que devem ser considerados antes da automação, além de tópicos relacionados aos testes que devem ser automatizados.

Um dos pontos abordados no trabalho é a estabilidade do produto, para o autor o produto precisa ser estável e ter mensagens de erro consistentes, para que seja possível criar testes que terão um ciclo de vida maior. Além disso existem outros fatores a serem considerados, como a definição do escopo da automação e a ferramenta que será utilizada para automatizar os testes.

Na questão dos casos de teste que devem ser automatizados o autor também procura elucidar os pontos mais importantes a serem considerados na análise. Ao final do trabalho é possível notar que o autor faz uma breve descrição dos pontos principais a serem considerados para a automação, não detalhando esses pontos ou questionando seu grau de impacto para o projeto de automação.

O **artigo** (PERSSON; YILMAZTURK, 2004) teve como objetivo fazer uma análise de um projeto real a fim de descobrir quais os principais erros cometidos na automação de teste e estabelecer uma forma para evitá-los. Os autores chegaram à conclusão de que depois de experiências de fracasso seria necessário elucidar as questões que levaram o projeto até esse ponto, e utilizar os erros cometidos durante a elaboração do projeto, para que assim eles não possam se repetir.

Os autores realizaram um exame detalhado nos projetos de automação de teste que deram errado, levantando os possíveis erros cometidos e os comparando com o que é apresentado na literatura. Diante dos principais erros foi elaborado uma lista de pontos a serem considerados antes da automação. Questões como análise do custo benefício e escolha da ferramenta a ser utilizada, são apontados pelos autores como pontos essenciais a serem considerados antes da automação, portanto devem ser analisados previamente junto com outros pontos que poderiam acarretar em uma falha no projeto de automação.

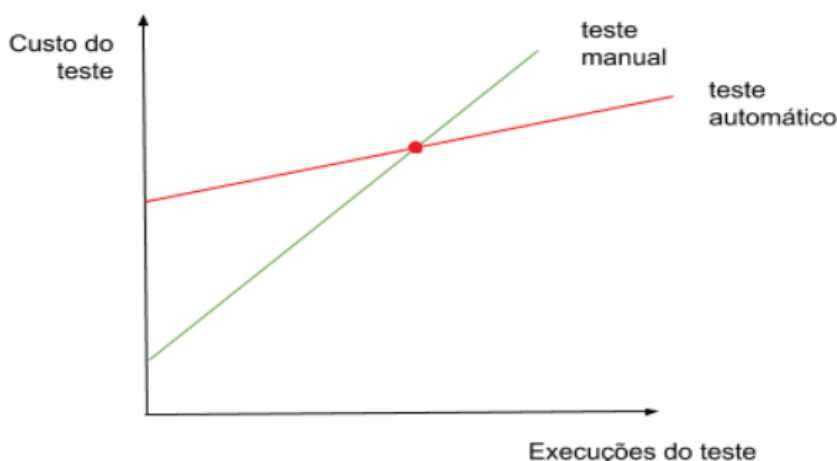
O **trabalho** (RAMLER; WOLFMAIER, 2006) mostra que um dos principais problemas para a projetos de automação de testes é a falta ou ineficiência das análises preliminares de sua viabilidade. Os autores tem por objetivo responder a questão “Quando automatizar os testes de software?”, fazendo uma comparação entre a automação e a realização de testes manuais.

Para responder a sua questão de pesquisa, os autores fazem uma crítica a fórmula para cálculo da viabilidade da automação, que é mostrada em diversas literaturas, a partir desta crítica é proposto um modelo de custo alternativo. Esse modelo diferente do que é usado pela literatura, não leva em conta apenas um caso de teste, mas todos os casos são levados em consideração e sua automação é otimizada, maximizando seus benefícios para certo determinado contexto do projeto.

Na Figura 6 é possível ver como a forma de cálculo de custo e benefício mostrada na literatura funciona. Usando esse modelo a automação deve ser incluída quando

há uma interseção entre seu custo e o custo dos testes manuais.

Figura 6 – Ponto de interseção para automação de testes



Fonte: Adaptado de (RAMLER; WOLFMAIER, 2006)

O modelo de cálculo criado também faz uma comparação entre os benefícios dos testes automatizados e manuais, levando em conta suas possibilidades de reportar defeitos. Para fins de maximizar o processo, foi realizada uma análise da combinação entre automação e testes manuais, para saber quanto de cada é necessário para se ter um processo eficiente. Como limitação do trabalho, os autores apontam o fato de que o modelo proposto não foi executado em um projeto real, para assim verificar se houve uma melhora em relação ao modelo mostrado pela literatura. É possível perceber levando em consideração este artigo, que a análise de viabilidade de projetos de automação é realizada através de fórmulas gerais, não considerando as especificidades do projeto.

O **trabalho** (OLIVEIRA; GOUVEIA; FILHO, 2006) tem como objetivo ajudar profissionais de teste a analisar a viabilidade de se utilizar automação de teste. Os autores mostram as vantagens de se utilizar a automação, é possível notar que questões como erros cometidos pelo profissional que está executando os testes manualmente ou até mesmo mal entendidos podem prejudicar o resultado final do teste. Os autores também citam a vantagem da execução em paralelo como uma das vantagens da automatização de testes, além da interrupção que o profissional pode ter em casos de testes manuais, que pode causar uma grande perda de tempo e produtividade, o que pode ser evitado com a automação e a fácil análise dos resultados ao final do processo de testes.

O algoritmo desenvolvido pelos autores leva em consideração questões pertinentes a automação, utilizando casos de uso previamente automatizados como entrada para o algoritmo de aprendizagem, o intuito foi a geração de uma árvore de

decisão que respondesse às questões citadas pelos autores. A árvore apresenta decisões de sim ou não em que para cada questão era escolhido um caminho que levava a decisão mais apropriada.

A solução para análise de viabilidade de automação de teste apresentada neste artigo mostra ter um grande valor, por ser uma solução matemática ela tende a ser uma forma de decisão mais objetiva e não leva em conta questões externas que podem ser determinantes para se definir a viabilidade do projeto. Os autores apresentam algumas limitações para sua pesquisa, como o fato de que em um projeto real há inúmeros casos de teste, e a inserção manual para cada um desses casos na árvore de decisão é inviável.

**MENG (2011)** diz que o desenvolvimento de software tem evoluído exponencialmente, e com isso a demanda por maior qualidade também vem aumentando. Diante disso o autor aponta a atividade de testes como parte essencial para se garantir essa qualidade. Com isso a automação de testes tem ganho cada vez mais atenção na indústria de software. Neste trabalho é possível ver uma análise das principais características da automação, bem como um guia para a sua utilização.

O autor afirma que um projeto de automação não deve ser utilizado em casos de projetos curtos, já que o seu período de preparação é grande e não traria custo benefício ao projeto. Além de que deve ser realizada uma avaliação de risco, analisando custo, tempo entre outros fatores antes de se começar a implementação da automação. Durante o trabalho o autor levanta pontos a serem considerados antes da automação, como por exemplo possuir um plano de testes bem definido. Como conclusão o autor diz que o processo de automação ainda não está bem definido e deve ser utilizado com o auxílio da realização dos testes manuais.

O **artigo (PRANITHA; SASTRY, 2013)** levando em conta a demanda do mercado por desenvolvimento de software mais rápidos e complexos com altos níveis de complexidade, aponta a automação como forma de conseguir melhores produtos finais. O objetivo do trabalho é prover um guia que possa ser seguido para tomar uma decisão de quando é interessante automatizar os testes de um projeto de software.

Os autores tentam responder as principais questões relacionadas à automação, o porquê e quando utilizá-la e onde ele deve ser usada. Os autores dizem que é necessário identificar o cenário antes da automatização, levantar as principais necessidades e custos é de extrema importância para que o uso da automação seja efetivo. Ao final os autores propõem três abordagens para o uso da automação, utilizando diferentes ferramentas.

O **trabalho (AMANNEJAD et al., 2014)** mostra a dificuldade de se determinar quando um projeto de automação de testes terá um alto custo benefício. Os autores

tentam responder principalmente a questão de quais partes do software poderão ter seus testes automatizados para gerar um retorno maior a o investimento. O principal objetivo desse estudo foi propor uma abordagem baseada em pesquisa baseada em Algoritmo Genético (GA), com essa abordagem os autores pretendiam melhorar a decisão de quais partes dos sistemas deveriam ser automatizadas e assim obter um maior ROI no projeto.

Para verificar a eficiência de seu modelo, os autores criaram um estudo de caso que tentava responder qual a melhor combinação de casos de uso para ser automatizado em cada fase de teste e qual seria sua escala para uma maior quantidade de casos de uso. Para responder a estas questões foi realizado um estudo dentro de uma empresa durante a execução dos testes. Como resultado da pesquisa foi possível notar que o uso da automação em outras atividades de teste pode trazer grandes benefícios, além do algoritmo produzido ter trazido uma maior eficiência na decisão se comparado ao algoritmo de força bruta. Apesar dos benefícios encontrados, os autores mostram algumas limitações ao seu trabalho, como o fato de que apenas tarefas de teste totalmente manuais ou totalmente automatizadas foram consideradas durante o estudo.

O **artigo** (SAHAF et al., 2014) tem como principal problema de pesquisa a pergunta, quando automação de teste tem um custo benefício maior que os testes manuais?, para tanto eles fazem em seu trabalho uma crítica ao modelo de análise de automação baseado apenas em fatores que podem ser convertidos em uma unidade, ignorando variáveis como qualidade. O objetivo do trabalho foi avaliar a execução de todas as etapas de teste, para assim poder-se calcular o ROI do projeto. Com isso os autores propuseram um modelo de comparação entre testes manuais e testes automatizados. O modelo *System Dynamics* (SD) tinha por objetivo maximizar o ROI da automação, descobrindo quando e como a automação conseguiria um maior ROI. O SD funcionava adicionando-se os parâmetros desejados para serem considerados na análise, avaliando-se qual a melhor combinação de testes. O modelo foi usado em uma empresa, para que se pudesse avaliar sua aplicabilidade para o planejamento da atividade de teste. Os resultados dentro da empresa estudada foram positivos, foi possível notar um melhor planejamento das atividades, além de produzir um maior potencial de reusabilidade de *scripts* de teste, apesar dos autores sugerirem mais experimentos para garantir que o modelo é realmente aplicável. A partir do trabalho é possível notar uma deficiência na área, no que diz respeito ao cálculo do custo benefício da automação, principalmente levando em conta outros fatores que não apenas eficiência.

O **trabalho** (KUMAR; MISHRA, 2016) focou sua pesquisa em analisar os impactos no tempo, custo e qualidade do software diante do uso da automação durante os testes de regressão. Os autores chegaram à conclusão de que a literatura existente

baseia sua análise no cálculo do ROI da automação, deixando de lado os fatores como tempo. O objetivo da pesquisa é identificar e quantificar as formas que a automação de testes afeta o custo, tempo e qualidade do software.

Como forma de fazer essa identificação, os autores realizaram um experimento em três projetos de software. Em cada projeto o custo foi calculado em termos de esforço, já a qualidade foi analisada de acordo com os parâmetros da ISO 9126-1 e o tempo é calculado ajustando-se a fórmula de cálculo de esforço. Dentre os projetos analisados todos retornaram resultados positivos com o uso da automação.

#### 4.1.2 Análise comparativa dos trabalhos

No Quadro 2 são mostrados os critérios utilizados para comparação entre os trabalhos relacionados mostrados.

Quadro 2 – Critérios de comparação entre os trabalhos

<b>Trabalho</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Aspectos Considerados</b>
<b>Cost Benefits Analysis of Test Automation</b>	Criação de estratégia para criação da automação.	Organizacional e financeiro
<b>The When &amp; How of Test Automation</b>	Criação de critérios a serem considerados antes da automação.	Produto, escopo e ferramenta
<b>Establishment of Automated Regression Testing at ABB: Industrial Experience Report on ‘Avoiding the Pitfalls’</b>	Elucidação de erros cometidos na automação e proposta para solucioná-los.	Organizacional, financeiro e ferramenta.
<b>Economic Perspectives in Test Automation: Balancing Automated and Manual Testing with Opportunity Cost</b>	Comparação com testes manuais para definir custo benefício da automação.	Financeiro
<b>Test Automation Viability Analysis Method</b>	Algoritmo de decisão para automação.	Complexidade, tempo, ferramenta e reuso
<b>Analysis of Software Automation Test Protocol</b>	Análise da automação de testes.	Custo, tempo e complexidade
<b>Pragmatic Approach to Software Automation</b>	Criação de passos para criação da automação.	Projeto e ferramenta
<b>A Search-based Approach for Cost-Effective Software Test Automation Decision Support and an Industrial Case Study</b>	Decisão de quais partes do software trarão maior custo benefício com a automação.	Custo, esforço
<b>When to Automate Software Testing? Decision Support Based on System Dynamics: An Industrial Case Study</b>	Criação de modelo para tomada da decisão, levando em conta os principais aspectos da automação.	Tempo, esforço, efetividade e quantidade de pessoas envolvidas
<b>The Impacts of Test Automation on Software’s Cost, Quality and Time to Market</b>	Verificar impactos da automação no projeto de software.	Tempo, custo e qualidade

Fonte: Elaborado pela Autora (2018)

## 5 Entrevista com especialistas

Este capítulo apresentará o planejamento, execução e resultados das entrevistas realizadas com especialistas, com a finalidade de ajudar a compor a proposta apresentada por este trabalho.

### 5.1 Planejamento

A execução das entrevistas com especialistas tinha como objetivo levantar os problemas enfrentados no mercado para inferir a viabilidade de projetos de automação testes, bem como as práticas já utilizadas. Para tanto as entrevistas foram realizadas com o propósito de responder a pergunta **Como analisar a viabilidade de projetos de automação de teste?**, levando em consideração o ponto de vista mais prático do mercado.

A condução das entrevistas seguiram o roteiro mostrado no Quadro 3, a elaboração deste roteiro teve por objetivo responder a pergunta de pesquisa elaborada.



Quadro 3 – Roteiro das entrevistas realizadas

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>
Parte 1: Iniciação	Apresentação dos objetivos da pesquisa Garantir que os dados colhidos serão confidenciais
Parte 2: Perguntas introdutórias	Caracterização do entrevistado: Dados demográficos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dados demográficos:</li> <li>• Idade</li> <li>• Gênero</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Qual a sua função dentro da empresa?</li> <li>2. Qual a sua formação?</li> <li>3. Conte um pouco sobre sua experiência profissional.</li> <li>4. Qual sua experiência com testes de software?</li> <li>5. Qual sua experiência com testes automáticos?</li> </ol>
Parte 3: Perguntas principais	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Qual a sua opinião a respeito de se fazer uma análise prévia sobre a viabilidade da automação de testes?</li> <li>2. Quais impactos no projeto você acredita que haveria com a realização da análise de viabilidade da automação?</li> <li>3. Que dificuldades você enxerga durante a análise de viabilidade de um projeto de automação?</li> <li>4. Você acredita que com a realização da análise de viabilidade, há uma maior probabilidade de se obter o retorno do investimento?</li> <li>5. Você acredita que é necessário considerar outros fatores além do custo para se chegar a conclusão que um projeto de automação é viável?</li> <li>6. Quais atividades você acredita que devem ser consideradas antes de se decidir automatizar?</li> <li>7. Quais dessas atividades você acredita que terão maior impacto no sucesso/fracasso do projeto de automação?</li> <li>8. Possui alguma outra observação sobre a análise de viabilidade de projetos de automação que não tenham sido citados?</li> </ol>

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

Os entrevistados foram escolhidos de acordo com suas vivências na área de automação de testes. Ao todo foram entrevistadas 4 pessoas, sendo todos eles profissionais com certo grau de experiência na área. O descrição dos perfis dos entrevistados podem ser vistos no Quadro 4 mostrada abaixo.

Quadro 4 – Descrição do perfil dos entrevistados

<b>Entrevistado 1</b>	
<b>Dados Demográficos</b>	Idade: 37 anos Gênero: Masculino Formação: Mestrado em engenharia de software Função: Consultor de testes
<b>Nível de Experiência</b>	14 anos de experiência com teste de software, 4 e meio trabalhando com testes manuais em dispositivos móveis e 6 anos de experiência com automação de testes.
<b>Interesses Pessoais</b>	Não
<b>Entrevistado 2</b>	
<b>Dados Demográficos</b>	Idade: 28 anos Gênero: Masculino Formação: Analista de sistemas Função: Engenheiro de testes focado em automação
<b>Nível de Experiência</b>	6 anos de experiência com automação em diversos níveis de teste.
<b>Interesses Pessoais</b>	Não
<b>Entrevistado 3</b>	
<b>Dados Demográficos</b>	Idade: 25 anos Gênero: Masculino Formação: Cientista da computação Função: Engenheiro de testes
<b>Nível de Experiência</b>	Experiência com planejamento e criação de casos de teste e criação de scripts para realização de testes automatizados.
<b>Interesses Pessoais</b>	Não
<b>Entrevistado 4</b>	
<b>Dados Demográficos</b>	Idade: 47 anos Gênero: Masculino Formação: Doutor em ciência da computação Função: Coordenador do convênio de parceria empresa/universidade
<b>Nível de Experiência</b>	20 anos de experiência com testes de dispositivos mobile e automação de testes com criação de infraestrutura.
<b>Interesses Pessoais</b>	Não

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

## 5.2 Execução

A execução das entrevistas ocorreu entre os dias 28 de fevereiro de 2019 a 18 março do mesmo ano, com duração em média de 15 minutos cada entrevista. Duas das entrevistas foram realizadas de forma presencial, quanto as outras duas aconteceram de forma remota, tendo todas as entrevistas acontecido de forma individual, em dias distintos. O registro das entrevistas foi realizado através de gravação de áudio, com a prévia autorização dos entrevistados.

Deu-se início às entrevistas apresentado os objetivos de pesquisa, bem como o problema a ser pesquisado, situando o entrevistado no contexto do trabalho. As primeiras perguntas realizadas tinham como objetivo caracterizar o perfil dos participantes, que foram seguidas por perguntas mais voltadas ao tema de pesquisado.

Com a realização das perguntas seguindo-se o roteiro elaborado, realizando os devidos ajustes quando necessário, foi possível coletar os dados importantes para responder a questão de pesquisa. A descrição dos resultados podem ser vistos na próxima seção.

## 5.3 Análise dos resultados

Nesta seção será apresentada a análise dos resultados obtidos através das entrevistas com especialistas.

### 5.3.1 ENA

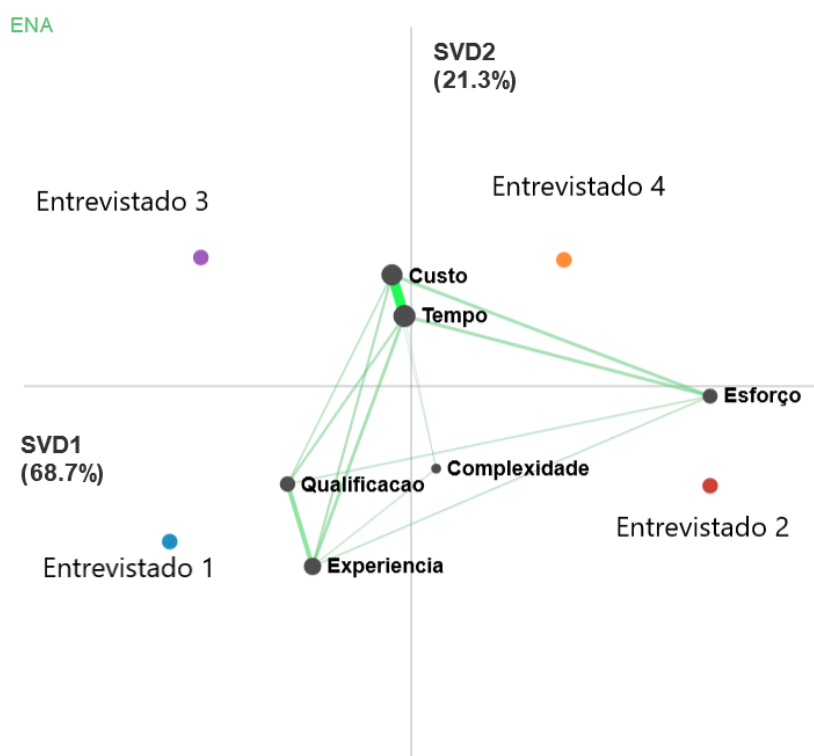
*Epistemic network analysis* (ENA) é baseada em quatro ideias sobre como a ação humana está situada no mundo, que vem da teoria de *epistemic frame* (SHAFFER, 2018). A primeira ideia é que o ser humano sempre está inserido dentro de uma cultura, a segunda é de que sempre estão incorporados em um discurso, a terceira ideia é que uma pessoa sempre está em uma interação e a quarta é que ela sempre está inserida em um time.

A teoria de *epistemic frames* (SHAFFER, 2017) estende essas ideias, mostrando que para compreender o discurso é necessário também entender os códigos de uma comunidade, não apenas conhecê-los. *Epistemic frame* seria então uma descrição formal de como esses códigos estão relacionados dentro de um discurso, sendo o ENA uma forma de prover uma maneira de modelar *epistemic frames* através da conexão dos códigos em um discurso (SHAFFER, 2018).

Na presente pesquisa o ENA foi utilizado na análise qualitativa dos dados colhidos nas entrevistas realizadas com os especialistas. A partir da transcrição dos áudios

gravados das entrevistas, foi possível inserir os dados no modelo do ENA. Os resultados obtidos podem ser vistos na Figura 7 abaixo.

Figura 7 – Gráfico de entrevistas



Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

Na Figura 7 é possível ver a distribuição dos entrevistados quanto aos tópicos analisados em suas respostas. Os tópicos mostrados, foram obtidos a partir de suas falas, extraíndo-se delas seus principais significados. Os pontos soltos mostrados na figura representam os quatro entrevistados, já os pontos com círculos maiores são os tópicos mais citados pelos entrevistados e as linhas mais fortes entre eles significam que esses tópicos tiveram uma ligação maior entre eles durante as falas. Quanto maior a proximidade do entrevistado com um tópico significa que mais esse ponto foi dito por ele.

A partir da análise realizada com a ajuda do modelo ENA, foi possível identificar as principais questões consideradas pelos entrevistados na realização da automação de testes. Os resultados obtidos com a ajuda dos modelos criados, foram utilizados como uma das bases para a criação da proposta apresentada por este trabalho, descrita de forma detalhada na seção 6.

### 5.3.2 Avaliação dos resultados

A partir dos dados colhidos e de uma análise realizada através do modelo ENA, foi possível tomar algumas considerações. Primeiramente foi notável a preocupação

de alguns entrevistados em relação a algumas questões sobre a equipe, de acordo com a fala de um deles é possível concluir esta preocupação.

Gostaria de enfatizar, eu acho que o fator humano é o maior, é a maior questão aí, porque existe a necessidade da gente ter qualificação dos recursos humanos que estão envolvidos no projeto, as pessoas, e a gente tem que ter o mindset de qualidade dos projetos, não adianta automatizar por automatizar [...]. Entrevistado 1

Outro fator muito citado foi o tempo de projeto, como pode ser visto na fala de um dos entrevistados abaixo:

[...] se a gente vai fazer automação em um projeto de seis meses a gente já chegou a fazer muito isso de ter projetos curtos que a gente faz automação, mas o retorno não vem, então assim a gente precisa muito convencer cliente e gerência. Entrevistado 2

Um outro fator considerado durante a criação do modelo ENA, bastante citado pelos participantes das entrevistas foi o custo. Como pode ser visto pela citação da fala de dois dos entrevistados, o custo é uma questão importante a ser considerada, e é uma métrica bastante abordada no mercado na decisão pela automação.

Então é importante a gente entender que os investimentos que a gente faz em cada um dos níveis de teste da pirâmide pra gente poder ter um retorno do investimento mais adequado [...]. Entrevistado 1

Aqui a gente faz uma análise do impacto de quanto vai ser o custo da automação, da diminuição do custo da automação [...]. Entrevistado 3

Com a análise da fala do entrevistado 4 foi possível inferir certa preocupação com o esforço da automação, tanto no sentido de esforço empreendido na atividade, quanto no sentido de poupar esforço com o estudo da viabilidade da automação.

[...] toda a ação que a gente vai realizar gasta energia com isso, ou seja horas de trabalho certo, então tem que saber se o que você vai fazer vai ter algum retorno, então assim no sentido de viabilidade, é válido é, porque o estudo de viabilidade é muito menor o esforço do que você cair de cabeça no problema [...]. Entrevistado 4

Na fala de um dos entrevistados, ele cita alguns fatores a serem considerados antes da automação. Alguns deles já foram citados aqui, como tempo e experiência do time, mas também é importante ressaltar nesta fala a menção a complexidade do sistema a ser automatizado, este fator também é indiretamente mencionado por outro participante das entrevistas.

[...] a gente precisa considerar experiência do time, tempo do projeto, fator de ferramentas que estão a disposição, complexidade do sistema que está trabalhando, tudo isso a gente considera antes de trabalhar com automação [...]. Entrevistado 1

[...] será que essa solução que você tá propondo se adapta ao contexto real que você tá, essa é a maior dificuldade, porque você tem que conhecer de fato a linha de produção, o ambiente real da forma mais próxima possível pra ver que se o que você tá intencionando implantar vai funcionar. Entrevistado 4

## 5.4 Conclusão

Este capítulo apresentou uma descrição das entrevistas realizadas com especialistas na área de testes. Foram descritos o planejamento, a execução e a análise dos dados obtidos. A partir da avaliação dos dados colhidos, foi possível responder a questão de pesquisa levantada durante a elaboração das entrevistas.

Com o auxílio das respostas oferecidas pelos quatro entrevistados, conseguiu-se chegar a uma ideia geral do que é feito no mercado para a análise de viabilidade da automação de testes. Os resultados obtidos mostraram um ponto de vista mais prático para a análise de viabilidade de testes e ajudaram na elaboração da proposta do presente trabalho.

## 6 Proposta

Este capítulo apresenta a descrição da proposta desenvolvida durante a execução deste trabalho.

### 6.1 Visão geral da proposta

A proposta apresentada por este trabalho está estruturada em forma de *guidelines*, que utilizaram como base para sua criação a descrição de *guidelines* dada por (SOMMERVILLE; SAWYER, 1997). Sendo assim os guias são composto pelos seguintes campos:

- Título - nome do *guidelines*;
- Descrição - descrição do *guidelines* apresentado;
- Benefícios da adoção- descrição dos benefícios que poderão ser obtidos a partir de sua utilização;
- Fundamentação teórica - seção que irá apresentar a fundamentação teórica utilizada para se chegar a forma de adoção do guia proposto;
- Forma de implantação - recomendações sobre formas de utilizar o *guidelines*. A seção será descrita com detalhes para facilitar seu entendimento.

### 6.2 Principais itens a serem considerados

Durante a pesquisa foram realizadas análises bibliográficas, além de entrevistas com a finalidade de levantar os principais fatores a serem considerados antes da automação.

No levantamento bibliográfico foram buscados os principais fatores considerados pelos autores antes de se automatizar. Os trabalhos foram buscados de acordo com sua relevância na área, seguindo uma *timeline* que começou desde trabalhos mais antigos até mais atuais.

Já a realização das entrevistas teve o intuito de buscar uma visão de mercado, coletando esses dados de profissionais com experiência na área de automação. Como resultado desta etapa foram colhidos alguns pontos considerados na análise de viabilidade da automação. Tendo esses dados sido comparados através de um modelo ENA, que extraia os mais citados.



Como resultado das duas etapas foi possível notar pontos em comum entre as duas fases, além de novos fatores antes não considerados durante a pesquisa bibliográfica. Essa análise das duas fases de pesquisa resultaram na proposta elaborada neste trabalho, apresentada em forma de *guidelines*.

A partir dos dados colhidos, o presente trabalho considerou para sua proposta fatores relacionados a:

- Custo da automação;
- Aquisição de ferramentas e infraestrutura;
- Fatores humanos e organizacionais;
- Fatores relacionados ao sistema;
- Fatores relacionados ao teste.

Os fatores citados acima tem importância para se definir se um projeto de automação de testes deve ser implantado ou não. Todos possuem impacto na tomada de decisão, já que representam pontos importantes no projeto, tanto por questões financeiras quanto de projeto e pessoal.

## 6.3 Custo da automação

Nesta seção será descrito o *guideline* para análise de custo da automação.

### 6.3.1 Descrição

O fator custo é algo amplamente apontado pela literatura como um ponto importante para decidir sobre a automação. RAMLER; WOLFMAIER (2006) afirmam que o investimento na automação de testes deve ser analisado previamente, levando em conta o lado financeiro. Essa análise é necessária para se ter uma noção do possível retorno do investimento que irá ocorrer, evitando custos extras com retrabalho.

O custo para implantação de um projeto de automação de teste é conhecida-mente superior aos dos testes manuais, como já dito por HOFFMAN (1999). Estes custos iniciais envolvem desde aquisição de ferramentas, como treinamento de pessoal e criação de infraestrutura. O custo da criação dos casos de teste é um item muito importante, já que representa o custo inicial da automação, que é tida como um custo fixo (SOARES, 2017).

Este *guideline* se propõe a auxiliar no cálculo dos custos iniciais da automação, aqueles que não irão variar quanto ao projeto e poderão auxiliar na decisão pela o uso de testes automatizados.

### 6.3.2 Benefícios da adoção

O fator financeiro é uma questão muito importante em um projeto de software. O conhecimento sobre os custos iniciais de um projeto de automação são imprescindíveis para a tomada de decisão sobre seu uso. Muitos autores tentam mostrar formas de se calcular esses custos, a fim de se obter uma visão mais aprofundada dos riscos envolvidos na decisão pela automação. O retorno do investimento na automação de testes é respaldado principalmente em quanto será investido inicialmente no projeto e em quanto será poupado utilizando-se testes automatizados. Portanto a investigação sobre o custo inicial da atividade é de extrema importância para o desenvolvimento do projeto.

### 6.3.3 Fundamentação teórica

Devido a importância da análise do custo da automação, vários trabalhos na literatura se propõem a mostrar uma forma de realizar este cálculo. Porém alguns desses custos podem apenas ser estimados, já que previamente não se possuem alguns dados para o cálculo. Dentre os custos que podem ser mensurados previamente, [HOFFMAN \(1999\)](#) aponta para os custos fixos de um projeto de automação, que podem ser desde a aquisição da ferramenta até a realização de treinamentos e compra de licenças. Estes custos não sofrerão variação durante o projeto, sendo presentes em qualquer projeto de automação.

[RAMLER; WOLFGMAIER \(2006\)](#) também trazem a distinção dos custos em fixos e variáveis, para os autores o custo inicial da automação é superior a da realização dos testes de forma exclusivamente manual. Portanto o investimento necessário para se incluir a automação de testes em um projeto de software é um fator que deve ser levado em conta.

Para [GAROUSI; MÄNTYLÄ \(2016\)](#) o fator econômico está principalmente relacionado às compensações de custo e esforço entre os testes manuais e automatizados. Já que um projeto não pode ter seus testes totalmente automatizados ([BERTOLINO, 2007](#)), é necessário buscar um equilíbrio entre as duas técnicas.

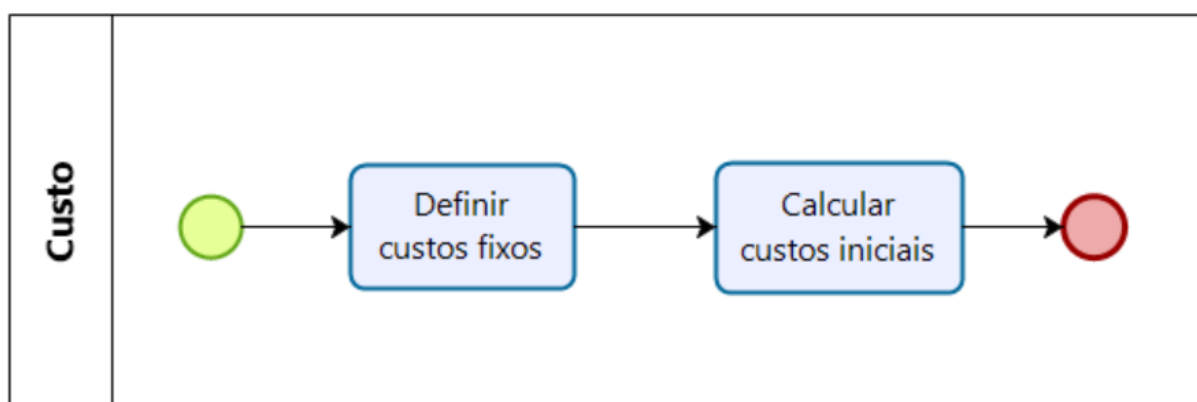
Para cálculo dos custos fixos de um projeto [HOFFMAN \(1999\)](#) afirma que eles não devem ser considerados valores absolutos, e sim alocados para um certo período de tempo. Sendo esse tempo selecionado de acordo com questões gerenciais como

expectativa de vida de ferramentas ou testes. O cálculo deve então ser realizado multiplicando o custo pelo tempo e dividindo pela vida útil.

### 6.3.4 Forma de implantação

Com base nos dados colhidos a partir das etapas de revisão bibliográfica e entrevistas, a forma de implantação deste *guideline* foi desenvolvido como representado na Figura 8 abaixo:

Figura 8 – Forma de implantação do *guideline* de custo



Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

#### 1. Definir os custos fixos do projeto

Alguns custos com a automação são independentes de projetos, e irão estar presentes na maioria, tendo seus valores imutáveis ao longo do projeto, estes são chamados custos fixos (HOFFMAN, 1999). Eles compreendem a aquisição de ferramentas, treinamento de pessoal, compra de licenças e etc.

Esse tipo de custo fixo deve ser levantado antes do início da automação, contribuindo para a decisão de utilizar ou não testes automatizados. Durante esta análise dos custos necessários para o início do projeto, deve-se identificar o contexto em que ele será desenvolvido.

A partir da escolha da ferramenta e da identificação do nível técnico da equipe, é possível inferir quanto será gasto para a compra dessa ferramenta, uma possível melhoria da infraestrutura, caso a equipe precise ser treinada para o uso da ferramenta escolhida, entre outros pontos.

#### 2. Calcular custos iniciais do projeto

Apesar de serem custos fixos eles devem ser ajustados a um período de tempo, que devem ser selecionados de acordo com questões de gestão (HOFFMAN, 1999). Estes fatores podem ser desde período de tempo necessário para recuperação de contas, como o tempo de vida dos testes e da ferramenta.

HOFFMAN (1999) sugere que este cálculo seja realizado fazendo-se a multiplicação do valor do fator de custo considerado por seu tempo selecionado e dividido pelo tempo útil que o fator terá dentro do projeto.

Como apresentado na fórmula abaixo, o custo inicial do projeto pode ser calculado fazendo-se o somatório de cada custo fixo de projeto multiplicado por um tempo pré-determinado de projeto que é dividido pelo tempo de vida útil deste custo.

$$\text{Custo Inicial } (t) = \Sigma \text{ Custo Fixo da Automação} * (t / \text{vida útil})$$

## 6.4 Aquisição de ferramentas e infraestrutura

Nesta seção será apresentado o *guideline* para análise de aquisição de ferramentas e infraestrutura.

### 6.4.1 Descrição

A ferramenta de automação é a responsável pela criação dos *scripts* e execução dos testes. Elas são a principal forma que o testador possui para realizar os testes. A utilização dessas ferramentas requer conhecimento da pessoa que a manipula, bem como um suporte adequado da infraestrutura em que será executada.

Existem centenas de ferramentas disponíveis no mercado, o que pode requerer um maior esforço na hora de tomar a decisão sobre qual utilizar (GAROUSI; MÄNTYLÄ, 2016). O principal critério que deve ser utilizado nessa escolha é a adequação da ferramenta com o projeto. Nesse ponto a ferramenta que deverá ser utilizada não deve ser escolhida levando em consideração apenas preferências pessoais dos envolvidos, e sim a certeza de que ela irá suprir as necessidades do projeto.

### 6.4.2 Benefícios da adoção

As ferramentas que serão utilizadas em um projeto de automação é um dos fatores mais importantes para o sucesso da atividade. Uma escolha errada pode causar sérios problemas na realização dos testes, causando resultados errados que prejudicam na interpretação dos dados. A análise prévia das ferramentas disponíveis, a fim de selecionar aquela que mais se adeque ao projeto se torna então essencial na busca por um projeto bem sucedido que atenderá as expectativas propostas.

### 6.4.3 Fundamentação teórica

MOTWANI (2001) diz que existem três tipos de interface que um projeto pode possuir, *command lines interface* (CLIs), *application-programming interfaces* (APIs) e

*graphical user interfaces* (GUIs). Cada tipo de interface possui suas particularidades na hora de se realizar os testes, como por exemplo as GUIs que representam aquilo que deve ser mostrado para o usuário final. Para esse tipo de teste se faz necessário que a ferramenta escolhida possa simular o comportamento de um usuário.

Algumas ferramentas disponíveis no mercado podem oferecer a opção de automação para os três tipos de interface, mas a grande maioria só irá oferecer uma ou duas opções ao usuário. Portanto a escolha da ferramentas ou ferramentas deve ser feita de acordo com estes critérios.

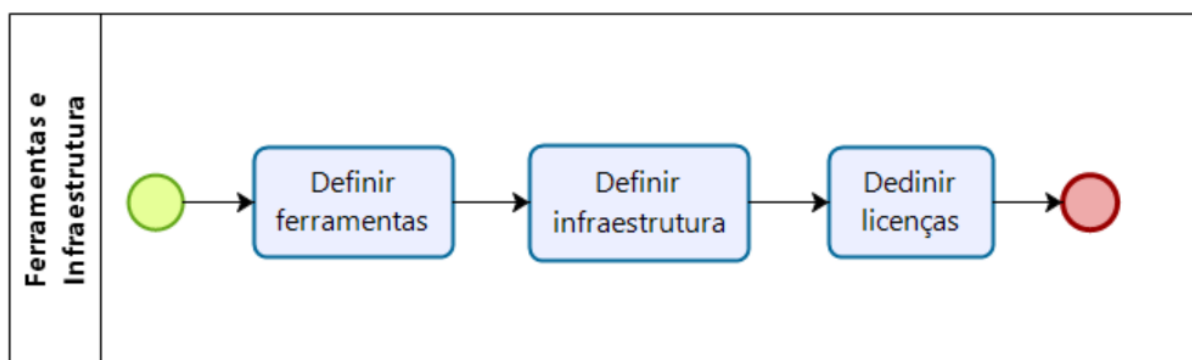
Para GAROUSI; MÄNTYLÄ (2016) a ferramenta deve ser capaz de interagir com todas as necessidades do projeto. MOTWANI (2001) mostra alguns fatores que devem ser considerados para a escolha, como a necessidade de se trabalhar em diferente plataformas e em casos de GUIs mais complexas é necessário avaliar mais profundamente as limitações da ferramenta.

É necessário que a ferramenta seja adequada tanto às necessidades do projeto quanto ao modelo de negócios da empresa (GAROUSI; MÄNTYLÄ, 2016). A não adequação pode ocasionar a necessidade de troca da ferramenta durante o projeto, o que não é uma ação trivial.

#### 6.4.4 Forma de implantação

Os passos sugeridos a serem seguidos neste *guideline* pode ser visto na Figura 9 abaixo:

Figura 9 – Forma de implantação do *guideline* de aquisição de ferramentas e infraestrutura



**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

##### 1. Definir ferramentas

Existem diversas ferramentas de automação de testes disponíveis no mercado. A etapa de definição de ferramentas precisa levar em conta os aspectos técnicos do projeto, já que uma escolha errada pode impactar no sucesso da automação.

Alguns pontos do projeto precisam ser observados com cuidado, como por exemplo a plataforma utilizada para o desenvolvimento.

As tecnologias utilizadas no projeto tem grande impacto na escolha da ferramenta, além do tipo de teste que deverá ser realizado. Testes de GUI por exemplo, requerem ferramentas específicas, bem como a realização de testes unitários e de regressão. Também é necessário conhecer as limitações das ferramentas utilizadas, para saber se essas limitações poderão causar algum problema no decorrer do projeto.

Quando se escolhe a ferramenta de automação a ser utilizada, é necessário se ter em mente a plataforma a ser testada, se o projeto se tratar de uma aplicação *web* ou *mobile* por exemplo, é necessário uma tecnologia que atenda cada plataforma, ou mesmo no caso de se tratar de ambos os casos é preciso verificar se é oferecido suporte para esses casos.

Projetos mais complexos podem necessitar de ferramentas mais específicas, esse ponto precisa ser analisado antes da implantação da automação para evitar retrabalho. A escolha de uma ferramenta inadequada pode causar resultados errados.

Esta etapa poderá resultar em uma melhor escolha da ferramenta que será utilizada e uma melhor adequação da mesma ao projeto de automação.

## 2. Definir infraestrutura necessária

Muitas vezes a infraestrutura presente na organização não oferece suporte a automação, tornando necessária sua mudança ou atualização. A partir da escolha das ferramentas utilizadas esse ponto precisa ser analisado com cuidado. A compra de *hardware* novo ou mesmo seu *upgrade* geram custo extra ao projeto, tornando importante sua análise durante a análise de viabilidade do projeto de automação, para assim evitar surpresas no futuro.

Esta análise envolve a leitura dos requisitos das ferramentas utilizadas, a fim de se descobrir se elas são compatíveis com a infraestrutura atual.

## 3. Definir licenças

A aquisição de ferramentas e infraestrutura requer a compra de licenças. Nesta etapa é necessário fazer uma busca pelas licenças necessárias, além de conhecer o suporte oferecido pelas empresas prestadoras do serviço, para assim evitar problemas futuros com alguma ferramenta.

## 6.5 Fatores humanos e organizacionais

Nesta seção será mostrado o *guideline* relacionado aos fatores humanos e organizacionais na automação.

### 6.5.1 Descrição

O fator humano na automação de testes é uma preocupação em vários trabalhos na literatura. [GAROUSI; MÄNTYLÄ \(2016\)](#) dizem que para se automatizar são necessários algumas habilidades das pessoas que compõem o time que diferem das habilidades necessárias para os testes manuais. Para tentar solucionar esse problema treinamentos podem ser oferecidos para que o time obtenha o conhecimento. Nesses casos o tempo, custo e esforço empreendidos podem tornar o projeto inviável.

Portanto é necessário fazer uma análise da equipe responsável pelos teste, para assim descobrir o nível de conhecimento que eles possuem. A maturidade da organização responsável pelo projeto também é de grande importância. Se a organização não é madura o suficiente é provável que o projeto de automação não receba o suporte necessário para seu sucesso ([GAROUSI; MÄNTYLÄ, 2016](#)).

### 6.5.2 Benefícios da adoção

A equipe é a parte mais importante do projeto ([PRESSMAN, 2010](#)), é necessário que ela possua conhecimento sobre o que está sendo produzido e quais dificuldades poderão enfrentar. Ter pessoas que já possuam experiências com as situações enfrentadas, pode ser determinante para a obtenção de bons resultados. A automação de testes muitas vezes pode representar uma novidade dentro de uma empresa. Em casos como esse é necessário adequar a equipe a nova realidade, mesmo em situações em que a automação já é utilizada com certa frequência, novas ferramentas e técnicas são criadas. Portanto manter uma equipe qualificada é de extrema importância, essa preocupação afeta diretamente o tempo necessário para se realizar a atividade, bem como a qualidade do que é entregue e conseqüentemente o custo do projeto.

### 6.5.3 Fundamentação teórica

A atividade de teste é essencialmente dependente da equipe responsável por sua execução. Um projeto de automação não pode ser considerado diferente, como dito por [PRANITHA; SASTRY \(2013\)](#), se a pessoa que faz a automação não possuir experiência adequada com a ferramenta utilizada e o conceito do que seria automação, será nesse ponto que o projeto irá falhar. Outro fator é a resistência do time a mudança ([HOFFMAN, 1999](#)), tornando necessária a rotatividade na equipe.

HOFFMAN (1999) também lembra de outro ponto importante, que é a organização que precisa dar suporte ao projeto. O autor afirma que a melhoria do profissionalismo referentes a atividade de testes, pode aumentar a produtividade do time. A organização precisa oferecer a sua equipe a possibilidade de qualificação em novas ferramentas e técnicas.

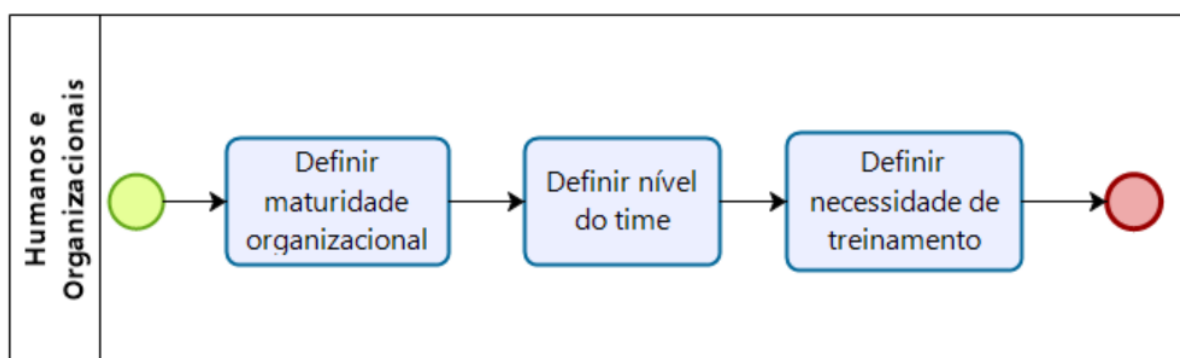
Para GAROUSI; MÄNTYLÄ (2016) introduzir automação sem oferecer a capacitação necessária ao time, inviabiliza todo o projeto. Para suportar o uso da automação, é necessário que a empresa possua maturidade e profissionalismo suficiente, para assim ser capaz de oferecer os melhores recursos ao projeto.

Para que um projeto de automação tenha sucesso, é preciso que haja uma mudança organizacional, entender as políticas e competências atuais da empresa para propor soluções (GAROUSI; MÄNTYLÄ, 2016). Buscar melhores práticas e conhecer bem a equipe de teste, são preocupações que não devem ser ignoradas, são as pessoas do time que terão que tomar as decisões necessárias para o projeto, sendo dever da organização dar respaldo para que essas decisões sejam as melhores possíveis.

#### 6.5.4 Forma de implantação

A partir das pesquisas realizadas a forma deste *guideline* foi desenvolvido, como mostrado na Figura 10 abaixo:

Figura 10 – Forma de implantação do *guideline* de fatores humanos e organizacionais



Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

##### 1. Definir maturidade da organização

O primeiro ponto a ser considerado deve ser se a organização está preparada para receber a automação. Automatizar os testes requer comprometimento da empresa tanto para com sua equipe como para o projeto em si. Um dos erros mais cometidos, é a busca por um ROI imediato com o uso da automação, algo que não irá ocorrer.



A organização precisa estar ciente dos riscos e disposta a enfrentá-los. O investimento inicial na automação é elevado, caso a empresa não esteja disposta a esperar para que esse investimento tenha retorno, a automação não é viável.

Outro ponto é o comprometimento da empresa com a equipe de testes. É necessário que ela ofereça treinamentos, quando preciso, além de possuir um comprometimento com a atividade de testes, tornando possível o uso de melhores práticas.

## 2. Definir nível do time

Possuir uma equipe comprometida com a automação é de grande importância, apesar de que não é o único fator que deva ser considerado. O time precisa conhecer as tecnologias que serão utilizadas no desenvolvimento da aplicação, bem como ter um bom conhecimento na ferramenta de automação.

Ao longo do projeto podem ser requeridos conhecimentos que caso a equipe não possua, poderá acarretar o atraso ou até mesmo o insucesso do projeto. As habilidades necessárias para a automação diferem das utilizadas para testes manuais em alguns pontos. O testador que utiliza a automação precisa possuir conhecimentos mais técnicos em questão do desenvolvimento do software, e ele precisa estar confortável com essa situação.

## 3. Definir necessidade de treinamento

No caso da equipe não possuir o conhecimento prévio necessário na ferramenta utilizada, ou mesmo ela ser nova no mercado, é necessário que ocorra um treinamento da equipe. Essa etapa precisa ser realizada antes de iniciar a automação, já que é impraticável iniciar um projeto tendo uma equipe desqualificada para tal.

O treinamento de pessoal pode ser uma atividade considerada custosa tanto em quesitos de custo quanto esforço. Sua necessidade se dá a partir do momento que se identifica que a equipe designada para os testes, não possuem as habilidades requeridas. Apesar dos custos gerados, ela é necessária para se garantir um melhor posicionamento das pessoas diante da realização dos testes.

## 6.6 Fatores relacionados ao sistema

Nesta seção será descrito o *guideline* a fatores relacionados ao sistema.

### 6.6.1 Descrição

A maturidade do sistema a ser testado é um ponto que deve ser levado em conta antes de se automatizar. É preciso evitar o esforço e custos extras provenientes

do retrabalho causado por uma mudança no sistema, para tanto é necessário avaliar em qual estado de maturidade o sistema está atualmente. [MOTWANI \(2001\)](#) diz que o primeiro ponto a ser analisado antes da automação é a estabilidade do sistema em termos de funcionalidade. O autor também propõe que as mensagens de erro exibidas já devem possuir consistência para poder dar suporte à atividade de teste.

Tais fatores ligados ao sistema a ser testado (SUT) são de extrema importância para a incorporação de testes automatizados no projeto. Um sistema que ainda não possua estabilidade suficiente, caso tenha seus testes automatizados provavelmente terá uma perda de investimento, já que em certo ponto do desenvolvimento, quando uma nova funcionalidade for adicionada e tenha impacto nas demais ou algo seja modificado, esses testes irão quebrar.

Outro ponto é o tempo de duração de um projeto que é determinante para qualificar um projeto como adequado para receber a automação. No trabalho ([GAROUSI; MäNTYLÄ, 2016](#)) os autores conseguiram enxergar que a automação de testes só é efetiva, quando o tempo de projeto é longo. Esse ponto também foi muito citado durante as entrevistas realizadas com especialistas. Para [MARICK \(1998\)](#) é necessário se ter um certo período de tempo para se fazer o melhor teste possível.

A criação e execução de testes automatizados segue princípios distintos dos testes manuais, portanto o tempo empreendido é diferente em cada situação. O tempo de projeto tem influência em atividades como planejamento dos testes, criação e execução dos *scripts*. Para evitar que sejam feitos trabalhos de baixa qualidade, que não irão oferecer o retorno do investimento, é necessário analisar o ciclo de vida do projeto.

### 6.6.2 Benefícios da adoção

O custo do retrabalho dentro de um projeto de desenvolvimento de software possui grande impacto na economia final. Não é aceitável dentro do contexto atual de projetos, em que tempo e esforço são indicadores que precisam ao máximo ser diminuídos, que seja necessário refazer partes de algum trabalho já finalizado. A análise da maturidade da SUT se faz de grande importância para que situações como essa não ocorram e que. Alguns trabalhos na literatura como ([MOTWANI, 2001](#)) e ([GAROUSI; MäNTYLÄ, 2016](#)) apontam esse fator como um dos determinantes para se decidir pela automação ou não.

### 6.6.3 Fundamentação teórica

A análise do SUT é uma etapa importante na decisão pela a automação. O trabalho ([GAROUSI; MäNTYLÄ, 2016](#)) levantou que suas propriedades possuem grande impacto em se decidir utilizar testes automáticos.

Questões como maturidade do sistema são amplamente discutidas pela literatura, autores como [MOTWANI \(2001\)](#) e [GAROUSI; MäNTYLÄ \(2016\)](#) defendem que sistemas que não possuem maturidade de suas funcionalidades ou mesmo de sua interface, não devem ser automatizados. Outro ponto também discutido é que quanto mais dependente uma aplicação é de outras mais inviável se torna a automação.

Autores como [KASURINEN; TAIPALE; SMOLANDER \(2010\)](#) defendem que a automação deve ser aplicada em partes mais complexas do sistema, para assim justificar o custo e esforço realizados. Aplicações mais simples normalmente não necessitam de testes automatizados e a geração de custo que viria atrelada a atividade. Esses projetos não conseguiriam obter um retorno sobre o investimento, trazendo poucos benefícios ao projeto. Todos esses aspectos ajudam a identificar projetos mais propensos a utilizarem a automação de testes.

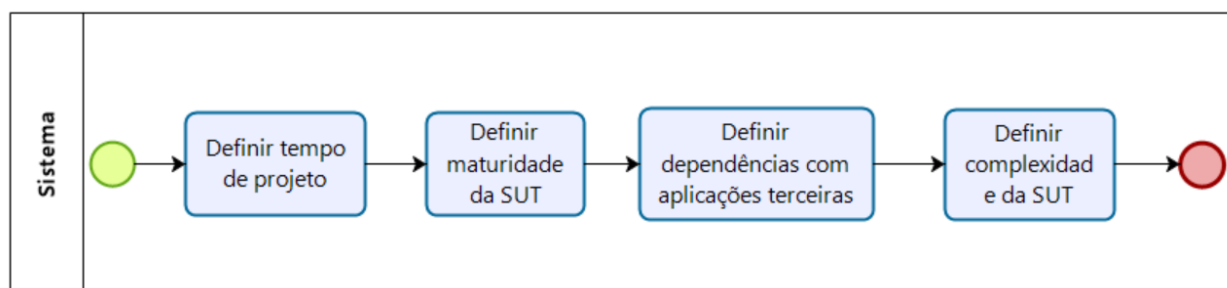
Uma das várias recomendações da literatura é que projetos com ciclo de vida curto não utilizem automação. Esta recomendação pode ser vista em ([GAROUSI; MäNTYLÄ, 2016](#)) e ([PRANITHA; SASTRY, 2013](#)). Isso se deve principalmente ao fato de que o retorno do investimento em automação não é imediato, é necessário tempo para a execução dos testes para que ele possa se pagar.

Para [KAZMI et al. \(2016\)](#) suítes de teste precisam de tempo para produzir resultados valiosos, projetos de curta duração não poderiam proporcionar isso, afetando a efetividade dos testes, gerando custos desnecessários. Portanto a preocupação com o tempo de vida do projeto é uma questão de extrema importância.

#### 6.6.4 Forma de implantação

Para a adoção deste *guidelines* deve-se seguir o procedimento mostrado na Figura 11 abaixo.

Figura 11 – Forma de implantação do *guideline* de fatores relacionados ao sistema



Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

### 1. Definir tempo de projeto

O primeiro ponto a ser analisado no projeto é o tempo de vida que ele terá. Projetos de curto prazo não são indicados para receberem a automação, já que a atividade requer um maior tempo de adaptação se comparado com os testes manuais.

Um projeto longo permite que a equipe adeque os pontos técnicos necessários para a automação e a criação dos *scripts* de forma mais assertiva, dando tempo para que os casos de teste criados sejam executados uma quantidade maior de vezes.

Apesar disso é necessário enfatizar que um projeto de curta duração, mas que possui testes que poderão ser executados diversas vezes, tem possibilidades de obter um retorno sobre o investimento na automação. Isso se deve ao fato que o número de execuções de um teste se sobrepõe ao tempo de duração de um projeto.

## 2. Definir maturidade da SUT

Esta etapa é necessária para evitar retrabalho com a criação dos testes. Ela será útil para definir quais partes do sistema estão maduras o suficiente para suportar a automação. Esta análise deve ser aplicada no contexto de testes de sistema.

O que deve ser feito primeiro é analisar os requisitos do sistema, para assim descobrir se todos os pontos do sistema estão contemplados ou novas funcionalidades serão adicionadas futuramente. Também é necessário conhecer o estado atual do desenvolvimento, para saber se funcionalidades já implementadas sofrerão alguma alteração. Em caso de novas adições no sistema é preciso que seja feito um mapeamento a fim de descobrir se haverá impacto em partes do sistema já implementadas.

Em caso da necessidade da realização de testes de interface, é necessário que a mesma possua estabilidade para que os testes não sejam perdidos em caso de mudanças realizadas na interface do software.

Com esta etapa é possível descobrir se o sistema a ser testado suportará a automação de seus testes, e quais partes estão mais propensas a serem automatizadas.

## 3. Definir Dependências com Aplicações Terceiras

Nesta etapa é preciso definir se o sistema possui alguma dependência com alguma outra aplicação. Mudanças em aplicações terceiras podem gerar impacto na que está sendo testada causando a perda de testes já implementados.

A ação a ser realizada é um mapeamento de sistemas terceiros que causam alguma dependência na aplicação testada. Caso uma aplicação possua dependên-

cia com outra que não possa ser automatizada, isso inviabilizaria a automação da primeira.

Após a realização desta etapa deve ser possível elucidar se o sistema está preparado ou não para receber a automação.

#### 4. Definir Complexidade da SUT

Nesta etapa é preciso definir a complexidade do sistema. Aplicações pouca complexas e com escopo pequeno que não precisem de grandes quantidades de testes, tendem a não ser uma boa opção para a automação.

É preciso que seja verificado a complexidade das funcionalidades implementadas, quanto mais complexas forem mais irão precisar de repetição dos testes. Em caso de sistemas mais simples com baixa complexidade, em que os testes serão executados poucas vezes, a automação não agregaria muito valor ao projeto, além de que testes automatizados devem ser criados para que sejam repetidos continuamente. Projetos em que isso não seja necessário não são bons candidatos a automação. É possível inferir desta etapa quais funcionalidades do sistema são mais complexas e precisam que seus testes sejam continuamente repetidos.

## 6.7 Fatores relacionados ao teste

Nesta seção será apresentado o *guideline* sobre fatores relacionados ao teste.

### 6.7.1 Descrição

Conhecer previamente quais os tipos de teste são mais adequados para utilizar a automação é importante para garantir um planejamento adequado da atividade. Dentre esses tipos os mais citados são os testes de regressão e os de GUI. Para [AMAN-NEJAD et al. \(2014\)](#) estabilidade, frequência e tempo de vida do teste são os pontos mais importantes a serem considerados. A aplicação a ser testada deve possuir certa estabilidade para ser adequada a automação, além de que esses testes devem ser executados uma boa quantidade de vezes e devem continuar válidos após um tempo para que possam ser considerados aptos a automação.

[GAROUSI; MäNTYLÄ \(2016\)](#) também defendem que funcionalidades com maior importância para o sistema são melhores candidatas a automação. Isso porque uma funcionalidade crítica propicia testes mais relevantes para a aplicação.

### 6.7.2 Benefícios da adoção

O planejamento da atividade de testes é crucial para se obter sucesso no projeto. Conhecer os casos de teste para assim definir quais devem e podem ser automatiza-

dos ou não, é uma etapa importante e deve ser feita levando em conta certos critérios, que garantirão que uma boa decisão. Esta análise se torna ainda mais importante já que possui grande impacto no custo e esforço empreendidos no projeto.

### 6.7.3 Fundamentação teórica

Para [FEWSTER \(2002\)](#) são serão todos os casos de teste que trarão benefícios caso sejam automatizados. O autor afirma que a tentativa de automatizar testes que não são adequados para a automação, pode resultar na falha do projeto, com a elevação do custo e esforço final, sem trazer o ganho adequado.

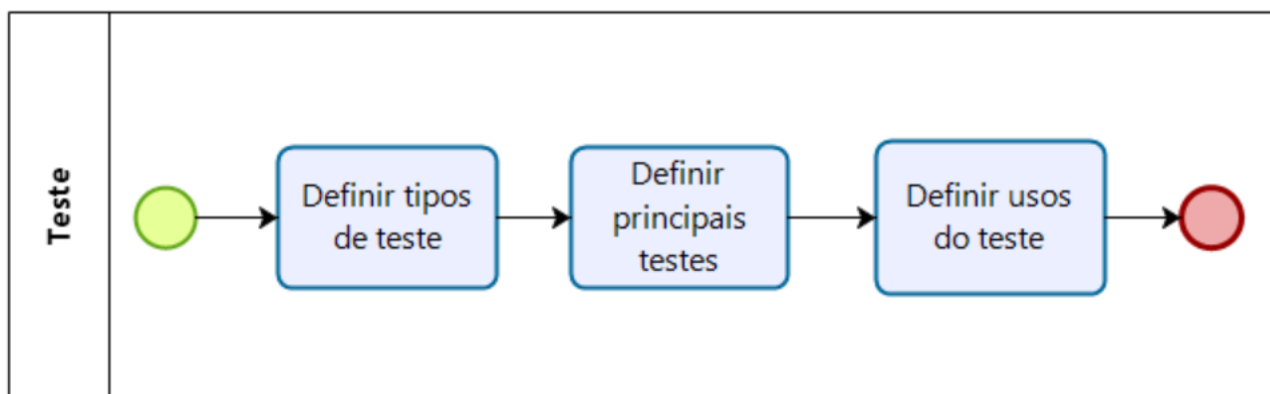
De acordo com [AMANNEJAD et al. \(2014\)](#) existem critérios que devem ser considerados antes de se automatizar um teste. É necessário saber quantas vezes ele será executado, bem como se o teste tenha uma possibilidade de ROI promissor. Quando é necessário se decidir pela automação, o conhecimento dos tipos de testes necessários ao sistema são imprescindíveis. De acordo com [PRANITHA; SASSTRY \(2013\)](#) é preciso que os casos de teste sejam projetados, para que apenas depois se decida quais devem ser executados de forma manual e quais podem ser automatizados.

Na pesquisa feita por [GAROUSI; MäNTYLÄ \(2016\)](#) foi descoberto que os testes de regressão são comumente mais citados como candidatos a automação. Outro ponto muito citado, foi que um projeto que precisa de testes de carga e desempenho são bons candidatos a automação, já que permitiria a criação de uma grande massa de dados.

Outro ponto interessante citado por trabalhos como o de ([GAROUSI; MäNTYLÄ, 2016](#)) é a questão de que, testes automatizados devem ter suas entradas e saídas bem definidas, com valores que tenham certa previsibilidade. Sistemas que não possam oferecer essa previsibilidade não são tidos como bons candidatos a automação.

### 6.7.4 Forma de implantação

A forma de implantação deste *guideline* segue a estrutura mostrada na Figura 12 abaixo:

Figura 12 – Forma de implantação do *guideline* de fatores de teste

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

### 1. Definir tipos de teste

Um projeto de desenvolvimento de software pode envolver diferentes funcionalidades, que por sua vez necessitam de diferentes tipos de testes. Para [GAROUSI; MäNTYLÄ \(2016\)](#) esses tipos de teste que serão necessários devem ser avaliados antes da automação, devendo-se levar em conta alguns pontos como a probabilidade de reutilização e repetição que eles podem oferecer.

Nesta etapa é preciso que se tenha conhecimento sobre o projeto e suas funcionalidades, bem como tais funcionalidades devem ser estáveis para que se possa definir qual os testes que ela irá receber. Na literatura é possível ver uma maior indicação ao uso da automação para a execução de testes de regressão ([GAROUSI; MäNTYLÄ, 2016](#)).

Outros tipos de testes indicados a serem automatizados são aqueles considerados críticos a satisfação do usuário na SUT, o que os torna de extrema importância. Outros são aqueles que possuem maior probabilidade de se encontrar defeitos com a sua execução. Além destes tipos, existem também os que precisam testar a performance do sistema, esse tipo de teste precisa da geração da simulação de uma grande massa de dados, que pode ser feita através da automação.

Qualquer teste executado deve ser feito em cima de um funcionalidade estável, que possua saídas conhecidas, para assim permitir o maior aproveitamento possível da automação de testes.

### 2. Definir testes principais

Toda aplicação possui funcionalidades que são consideradas críticas para a satisfação do usuário. Normalmente elas são definidas no processo de elaboração dos requisitos do sistema. Esse tipo de funcionalidade requer uma maior atenção do testador, para que se possa entregar um produto de qualidade.

Normalmente são essas funcionalidades principais as mais consideradas a receber a automação, mas é necessário que seja feita uma análise para descobrir se ela já está em um nível de estabilidade aceitável, gerando saídas conhecidas para que a automação possa ser eficaz.

A decisão por automatizar ou não um projeto deve levar em conta tais funcionalidades, quanto mais funcionalidades críticas o sistema possuir, maior será a probabilidade do uso da automação ser necessário.

### 3. Definir usos do teste

O investimento inicial para a automação é superior à considerada para a realização de testes manuais (RAMLER; WOLFMAIER, 2006). Portanto é preciso que um caso de teste automatizado seja executado algumas vezes, para que ele possa pagar seu custo.

A partir do conhecimento das funcionalidades da aplicação é possível se ter uma ideia dos casos de teste que precisarão de um maior número de execuções. Estes testes oferecem melhores condições para serem automatizados.

Para RAMLER; WOLFMAIER (2006) apesar do investimento da automação ser inicialmente superior aos testes manuais, chegará um momento em suas execuções que esse valor irá empatar. É neste ponto em que a automação se torna benéfica, mas para tanto é necessário que se tenha um grande número de execuções.

Outro fator a ser considerado é a probabilidade de reutilizar os testes criados. Esse ponto irá interferir na importância do caso de teste. Quanto mais reutilizável ele puder ser, melhor as probabilidades de sucesso na automação.

## 6.8 Conclusão

Este capítulo apresentou a descrição da proposta criada neste trabalho em forma de *guidelines*. Estes guias apresentaram uma forma de se analisar a viabilidade da implantação de um projeto de automação de testes. As descrições apresentadas devem ser consideradas como recomendações a serem seguidas para se tentar responder a pergunta de quando deve-se automatizar ou não os testes em um projeto de software.



## 7 Avaliação da Proposta

Este capítulo apresenta a avaliação da proposta deste trabalho, apresentada no capítulo 6, descrevendo a execução do método avaliativo bem como os resultados obtidos.

### 7.1 Planejamento

No contexto da pesquisa foi executado um estudo de caso, utilizando-se um *checklist* para verificar a validade da proposta apresentada. O objetivo do estudo de caso era verificar os principais pontos dos *guidelines*, introduzidos dentro de um contexto real de projeto. Foram montados um *checklist* dividido em cinco partes, em que cada um possuía pontos que deveriam ser verificados dentro do projeto, para assim saber se a automação de testes pode ser recomendada ou não.

As questões levantadas neste estudo foram como os *guidelines* propostos podem beneficiar na decisão pela automação e o quanto eles podem ser úteis em um contexto real de projeto. Os dados foram preenchidos com base na execução de entrevistas, em que houveram três participantes de projetos distintos. As entrevistas ocorreram entre 19 e 26 de junho, acontecendo de forma individual, com duração média de 20 minutos. Tendo uma das entrevistas ocorrido de forma presencial e as seguintes online.

#### 7.1.1 Caracterização dos casos

Para execução deste estudo três contextos de projetos diferentes foram selecionados, de acordo com a disponibilidade dos participantes. As caracterizações dos casos de estudo apresentadas na próxima seção foram baseadas na proposta de [BALDASSARRE M. T.; SILVA \(2016\)](#).

##### 7.1.1.1 Caso 1

O primeiro caso ocorreu dentro do contexto de um projeto de sistema web com descrição confidencial. O projeto utiliza as tecnologias:

- Angular js;
- Docker;
- MySql.

A descrição do contexto do projeto bem como do entrevistado podem ser vistas nos Quadros 5 e 6 mostrados abaixo.

Quadro 5 – Contextualização caso 1

<b>Caso 1</b>	
<b>Composição do grupo</b>	1 consultor 1 gerente 5 desenvolvedores 4 testers 2 ux
<b>Estilo de gestão</b>	Gestão ágil de projetos com base na metodologia Scrum, com Sprints de duração de 15 dias úteis.
<b>Clima da equipe</b>	Equipe engajada.
<b>Dispersão geográfica</b>	2 ux trabalhando de forma externa e o resto da equipe a está fisicamente alocada no mesmo espaço de trabalho.
<b>Processos da Equipe</b>	
<b>Relacionamento com o cliente</b>	Não há contato interno com o cliente, apenas externo.
<b>Dinâmica de comunicação</b>	Comunicação realizada utilizando a metodologia Scrum, com a realização de daily meetings e reuniões presenciais e online.
<b>Processo de desenvolvimento de software</b>	Projeto desenvolvido de forma interativa e incremental, utilizando o Scrum para gestão do projeto.
<b>Cronograma de trabalho</b>	O projeto é desenvolvido com Sprints com duração de 15 dias.
<b>Ambiente do Projeto</b>	
<b>Patrocinador</b>	Externo
<b>Importância e criticidade do projeto</b>	O projeto possui grande criticidade para o cliente e possui escopo confidencial.
<b>Complexidade e variabilidade do projeto</b>	Sistema com requisitos estáveis, tendo impacto em outros sistemas.
<b>Duração do projeto</b>	O projeto possui aproximadamente 5 anos de duração.

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

Quadro 6 – Caracterização do entrevistado 1

<b>Entrevistado 1</b>	
<b>Dados Demográficos</b>	Idade: 22 anos Gênero: Masculino Formação: Bacharelado em Ciência da Computação Função: Engenheiro de testes
<b>Nível de Experiência</b>	2 anos de experiência com testes.
<b>Interesses Pessoais</b>	Metodologias ágeis, testes, empreendedorismos.
<b>Habilidades Técnicas</b>	Selenium, groovy, java, jira.

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

#### 7.1.1.2 Caso 2

No caso 2 o contexto considerado foi um projeto de testes de aparelhos mobile, em que são necessários testes em funcionalidades como de localização e idiomas. Algumas tecnologias utilizadas na execução do projeto são:

- Android studio;
- Java.

Nos Quadros 7 e 8 são mostrados os contextos de projeto e a caracterização do participante da pesquisa respectivamente.

Quadro 7 – Contextualização caso 2

<b>Caso 2</b>	
<b>Composição do grupo</b>	engenheiros de teste engenheiros de software engenheiro de integração linguistas
<b>Estilo de gestão</b>	Gestão ágil de projetos com base na metodologia Scrum, com Sprints de duração de 7 dias.
<b>Clima da equipe</b>	Equipe comprometida com o projeto.
<b>Dispersão geográfica</b>	Possui equipes alocadas no Brasil, EUA e China.
<b>Processos da Equipe</b>	
<b>Relacionamento com o cliente</b>	A comunicação com o cliente é realizada pelo gerente do projeto.
<b>Dinâmica de comunicação</b>	Comunicação realizada utilizando a metodologia Scrum, com a realização de daily meetings e reuniões semanais.
<b>Processo de desenvolvimento de software</b>	Projeto desenvolvido de forma interativa e incremental, utilizando o Scrum para gestão do projeto.
<b>Cronograma de trabalho</b>	O projeto é desenvolvido com Sprints com duração de 7 dias.
<b>Ambiente do Projeto</b>	
<b>Patrocinador</b>	Externo com comunicação realizada através do gerente de projeto.
<b>Importância e criticidade do projeto</b>	Projeto de importância alta, já que está relacionado a entrega do produto no mercado.
<b>Complexidade e variabilidade do projeto</b>	Projeto com complexidade alta, já que possui impacto em outros sistemas.
<b>Duração do projeto</b>	Projeto de grande escopo e com longo duração.

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

Quadro 8 – Caracterização do entrevistado 2

<b>Entrevistado 2</b>	
<b>Dados Demográficos</b>	Idade: 25 anos Gênero: Masculino Formação: Bacharelado em Ciência da Computação Função: Engenheiro de testes
<b>Nível de Experiência</b>	3 de experiência com testes.
<b>Interesses Pessoais</b>	Automação e testes em geral.
<b>Habilidades Técnicas</b>	Testes de regressão, sanidade e exploratório, java android, git, jira.

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

#### 7.1.1.3 Caso 3

O contexto do projeto do caso 3 é referente a um sistema governamental que oferece linhas de crédito para pessoas físicas. O sistema faz a verificação de perfil do solicitante do empréstimo para saber se a pessoa possui perfil adequado para a linha de crédito. As tecnologias utilizadas no projeto são:

- JavaServer Faces (jsf);
- Java;
- Oracle;
- API rest.

Nos Quadros 9 e 10 são mostrados os contextos de projeto e a caracterização do participante da pesquisa respectivamente.

Quadro 9 – Contextualização caso 3

<b>Caso 3</b>	
<b>Composição do grupo</b>	1 gerente 4 desenvolvedores 2 analista de requisitos/testers
<b>Estilo de gestão</b>	Gestão de projetos ágil utilizando o HUP.
<b>Clima da equipe</b>	Grande parte da equipe é comprometida.
<b>Dispersão geográfica</b>	Toda equipe está alocada no mesmo espaço físico.
<b>Processos da Equipe</b>	
<b>Relacionamento com o cliente</b>	Relacionamento externo intermediado pela área de negócios.
<b>Dinâmica de comunicação</b>	Utilização de reuniões semanais.
<b>Processo de desenvolvimento de software</b>	Projeto entregue em forma de releases.
<b>Cronograma de trabalho</b>	Entrega de releases em 4 meses.
<b>Ambiente do Projeto</b>	
<b>Patrocinador</b>	Externo.
<b>Importância e criticidade do projeto</b>	Alta criticidade para o cliente e para o usuário final com impacto social.
<b>Complexidade e variabilidade do projeto</b>	Alta complexidade com grande impacto social.
<b>Duração do projeto</b>	Projeto de grande escopo com duração aproximada de 4 a 5 anos.

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

Quadro 10 – Caracterização do entrevistado 3

<b>Entrevistado 3</b>	
<b>Dados Demográficos</b>	Idade: 36 anos Gênero: Masculino Formação: Pós graduado em Ciência da Computação Função: Analista de sistemas
<b>Nível de Experiência</b>	10 anos de experiência com testes.
<b>Interesses Pessoais</b>	Android, web, inteligência artificial.
<b>Habilidades Técnicas</b>	Banco de dados, web, batches, análise de sistemas.

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

### 7.1.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada através da execução de entrevistas em que cinco *checklists* referentes aos *guidelines* propostos foram preenchidos. Cada *checklist* era referente a um *guideline*, sendo eles custo da automação, aquisição de ferramentas e infraestrutura, fatores humanos e organizacionais, fatores relacionados ao sistema e fatores relacionados ao teste.

Os pontos eram preenchidos de acordo com sua adequação ao projeto, com perguntas de sim ou não. Em que sim significava adequação a pergunta e não que o tópico não estava em conformidade com o projeto. Os *checklists* são apresentados abaixo nos Quadros 11, 12, 13, 14 e 15.

Quadro 11 – Checklist para custo

<b>Custo</b>
O propósito da análise de custo fixo de um projeto de automação de testes é facilitar a decisão pela automação, se tendo em mente quais são os custos iniciais envolvidos na atividade. Esses custos fixos abrangem atividades que podem ser mensuradas no início do projeto, como compra de ferramentas, contratação de mão de obra, capacitação de pessoal, melhoramento de infraestrutura, compra de licenças, etc.
<b>1. O custo com ferramenta e infraestrutura são conhecidos.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que os custos com as ferramentas e infraestrutura da automação foram analisados?
<b>2. Os custos com contratação são conhecidos.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que os custos com contratação de pessoal foram analisados?
<b>3. Os custo com treinamento de pessoal são definidos.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o custo com treinamento de pessoal nas tecnologias utilizadas na automação são conhecidos?
<b>4. Os custos fixos do projeto são mensurados e analisados.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o cálculo com os custos fixos do projeto foram feitos e avaliados quanto ao impacto no projeto?

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

Quadro 12 – Checklist para aquisição de ferramentas e infraestrutura

<b>Aquisição de ferramentas e infraestrutura</b>
<p>O propósito da análise dos fatores relacionados à aquisição de ferramentas e infraestrutura em um projeto de automação de testes se dá pela importância de se conhecer o material no qual a equipe trabalhará durante o processo. A escolha pela ferramenta deve levar em conta o tipo de projeto seu escopo bem como sua adequação ao que se está sendo produzido. A partir da escolha realizada, algumas ações podem ser necessárias, como o levantamento da necessidade de compra de licenças bem como o melhoramento da infraestrutura da organização para poder atender a ferramenta escolhida.</p>
<p><b>1. As tecnologias de desenvolvimento são definidas.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do projeto estão bem definidas?</p>
<p><b>2. A ferramenta escolhida atende às tecnologias utilizadas.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que a ferramenta escolhida atende às tecnologias utilizadas no desenvolvimento?</p>
<p><b>3. A ferramenta escolhida atende aos testes necessários.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que a ferramenta escolhida atende a os tipos de teste necessários ao sistema?</p>
<p><b>4. A infraestrutura se mostra adequada a automação.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que a infraestrutura presente na organização atende aos requisitos necessários a ferramenta de automação?</p>
<p><b>5. As licenças necessárias são estabelecidas.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que de acordo com a escolha da ferramenta foram-se definidas as licenças necessárias para o pleno funcionamento da automação?</p>

Fonte: Elaborado pela Autora (2019)



Quadro 13 – Checklist para fatores humanos e organizacionais

<b>Fatores humanos e organizacionais</b>
O propósito de se analisar os fatores humanos e organizacionais em um projeto de automação é que eles possuem grande impacto para o projeto, já que são os responsáveis pela execução das atividades e o suporte às essas ações respectivamente.
<b>1. A organização possui maturidade para dar suporte a automação.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que a empresa possui maturidade organizacional para suportar um processo de automação?
<b>2. A empresa facilita a qualificação do pessoal ligado à automação.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que a organização dá suporte a treinamento do time?
<b>3. A qualificação do time é garantida em relação às tecnologias utilizadas.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que os membros da equipe estão confortáveis na condução do processo de automação e nas tecnologias utilizadas?
<b>4. A equipe possui experiência na condução da automação de testes.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que os membros da equipe conhecem o processo de automação?

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

Quadro 14 – Checklist para fatores relacionados ao sistema

<b>Fatores relacionados ao sistema</b>
<p>O propósito de se analisar o sistema é verificar se o que já foi produzido atende às condições necessárias para suportar a automação de testes. Algumas questões como o tempo que o projeto durará, bem como a estabilidade das aplicações do sistema e sua dependência com outras, representam pontos de interesse na tomada de decisão pela automação.</p>
<p><b>1. O tempo de duração do projeto é obtido.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que tempo de projeto é suficiente para justificar o uso da automação de testes?</p>
<p><b>2. O estabilidade do sistema é averiguado.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o sistema está em uma versão estável o suficiente para suportar a automação?</p>
<p><b>3. Os requisitos do sistema estão estabelecidos e serão mantidos.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que os requisitos do sistema estão definidos e não passarão por mudanças futuras?</p>
<p><b>4. Dependências com outras aplicações são averiguadas para que futuras mudanças nelas não afetem o sistema.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que aplicações que o sistema é dependente estão identificadas e não passarão por mudanças?</p>
<p><b>5. Sistemas complexos se tornam mais adequados a automação.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que o sistema a ser testado possui um escopo que justifica a automação em relação a complexidade de suas funcionalidades?</p>

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

Quadro 15 – Checklist para fatores relacionados ao teste

<b>Fatores relacionados ao teste</b>
O propósito de se analisar os fatores relacionados aos testes é descobrir se os testes necessários ao projeto são apropriados para a automação, bem como se eles realmente serão utilizados com uma certa frequência para justificar seu custo.
<b>1. As funcionalidades são avaliadas de acordo com sua importância para o sistema.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que as funcionalidades principais do sistema foram identificadas e priorizadas de acordo com sua importância?
<b>2. O entendimento dos testes necessários ao sistema são obtidos.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar as funcionalidades do sistema estão definidas junto com os testes necessários para elas?
<b>3. É estabelecido se os testes selecionados devem ser automatizados.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que os testes selecionados no sistema justificam sua automação em deferência a sua execução apenas manual?
<b>4. Os testes selecionados devem possuir uma maior quantidade de execuções.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que os testes selecionados necessitam de uma maior quantidade de execuções ao longo do projeto?
<b>5. Os testes selecionados não sofrerão mudanças ao longo do projeto.</b> As evidências apresentadas para este resultado permitem assegurar que os testes selecionados possuem um ciclo de vida longo e permanecerão inalteráveis ao longo do projeto?

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

### 7.1.3 Análise dos dados

A partir das entrevistas realizadas foi possível responder aos *checklists* apresentados de acordo com o contexto de cada projeto. As respostas podem ser vistas na Tabela 2, em que são apresentados a quantidades de respostas sim considerando o total de pontos. Para obter uma recomendação do uso da automação foi-se definido que o projeto precisaria obter 60% de respostas positivas no *checklist*. Esse valor foi definido considerando-se que o projeto deveria ter adequação superior a metade dos quesitos analisados. Foi utilizada a fórmula mostrada abaixo para se realizar o cálculo dos resultados em cada caso.

$$\text{Percentual atingido} = \text{Pontuação do conceito} / \text{Valor obtido} * 100$$

Os níveis de recomendação podem ser vistos na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Níveis de recomendação para automação

<b>Porcentagem</b>	<b>Nível</b>
<b>Caso 1</b>	Custo Aquisição de ferramentas e infraestrutura Humanos e organizacionais Sistema Testes
<b>Caso 2</b>	Custo Aquisição de ferramentas e infraestrutura Humanos e organizacionais Sistema Testes

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

Também deve-se salientar que durante a execução dos estudos não foi possível realizar a análise de alguns dados dos projetos, em que não se tornou possível a aplicação da fórmula mostrada no *guideline* de custo, na fase de calcular custos iniciais do projeto, mostrada no capítulo anterior.

Tabela 2 – Respostas checklists

<b>Caso</b>	<b>Checklist</b>	<b>Adequado</b>
<b>Caso 1</b>	Custo Aquisição de ferramentas e infraestrutura Humanos e organizacionais Sistema Testes	4/4 5/5 3/4 5/5 5/5
<b>Caso 2</b>	Custo Aquisição de ferramentas e infraestrutura Humanos e organizacionais Sistema Testes	3/4 4/5 4/4 5/5 3/5
<b>Caso 3</b>	Custo Aquisição de ferramentas e infraestrutura Humanos e organizacionais Sistema Testes	2/4 5/5 4/4 4/5 2/5

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

De acordo com as respostas para os *checklists* apresentados é possível aconselhar quanto a viabilidade ou não do uso da automação nos projetos apresentados. Na Tabela 3 mostrada abaixo é possível ver os resultados obtidos a partir das respostas.

Tabela 3 – Resultados em porcentagem

<b>Caso analisado</b>	<b>Porcentagem obtida</b>
<b>Caso 1</b>	81%
<b>Caso 2</b>	70%
<b>Caso 3</b>	62%

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2019)

Na Tabela 3 foi possível notar que o Caso 1 foi o que obteve o melhor resultado, considerando que dos totais 27 quesitos analisados, considerando todos os cinco *checklists*, o projeto conseguiu 22 respostas positivas, resultando em 81% de adequação aos *guidelines* apresentados.

Dentro do contexto do projeto do Caso 1 foi possível notar que quatro dos cinco pontos analisados foram completamente atendidos, com exceção de um dos quesitos relacionados a fatores humanos e organizacionais. Nesse ponto o entrevistado relatou que não há um conforto de todo o time quanto a utilização das ferramentas utilizadas no projeto. Isso se deve principalmente ao fato da integração de novos membros ao time sem uma qualificação prévia, e os mesmos necessitam de tempo para adquirirem qualificação nas tecnologias utilizadas.

Apesar desse ponto de discordância o projeto mostrou ser um bom candidato a utilização da automação, considerando-se que ele se mostrou adequado nos demais pontos analisados. Isso se deve principalmente ao fato de que o projeto analisado no caso 1 estava em um processo mais avançado de automação, tendo assim uma maior maturidade quanto aos fatores analisados.

Na análise do Caso 2 que diferente do Caso 1 a metade dos tópicos analisados teve pelo menos um ponto que não foi atendido. Os fatores relacionados a testes foi o que obteve o menor resultado atendendo três dos cinco pontos. Nesses pontos de acordo com o entrevistado não há um controle prévio do quanto um teste pode ser utilizado no projeto, além de que ele pode sofrer alterações ao longo do desenvolvimento. Apesar disso o projeto atendeu a 70% dos pontos analisados, o que superou os 60% considerados mínimos para se obter a recomendação pela viabilidade do uso da automação. Neste caso o projeto estava iniciando o processo de automação, não

possuindo ainda alguns critérios analisados, o que pode ter tido influência nos dados obtidos.

O Caso 3 obteve a menor porcentagem de adequação, com apenas 62%, superando por uma margem pequena o limite mínimo estabelecido previamente. Os pontos mais críticos foram os pontos relacionados a custo e a testes. O projeto não apresentou uma elucidação adequada quanto a análise de custos referentes a contratação de pessoal e a treinamento da equipe.

Quanto aos testes o Caso 3 obteve o menor desempenho, obtendo apenas duas respostas positivas do total de cinco analisadas. Questões como o entendimento dos tipos de testes necessários ao projeto, o estabelecimento quais os mais adequados a serem automatizados e a não alteração do teste, foram pontos que não foram considerados previamente no projeto. Apesar disso de acordo com o mínimo estabelecido na pesquisa, o Caso 3 se mostrou elegível a receber a automação. No Caso 3 o projeto estava em estágio inicial da automação.

#### 7.1.4 Limitações e ameaças a validade

Como limitação da validação desta proposta, está o fato de que os projetos não puderam ser analisados por um período maior de tempo, tendo apenas o preenchimento dos *checklists* como forma de avaliação preliminar. Outro ponto foi a quantidade de projetos analisados, que se limitou à apenas três devido ao tempo e disponibilidade dos participantes.

Em relação a ameaça da validade pode-se identificar a presença da autora desta proposta como única avaliadora dos casos estudados, tendo alguns desses casos tido informações omitidas devido a esse ponto.

#### 7.1.5 Conclusão

Este capítulo apresentou a execução e resultados obtidos a partir da validação da proposta apresentada no capítulo 6. A validação ocorreu dentro do contexto de três projetos reais, com o preenchimento de *checklists* referentes aos tópicos apresentados nos *guidelines* da proposta.

As respostas serviram como base para se recomendar ou não a utilização da automação de testes dentro dos projetos apresentados como casos de estudo.

## 8 Conclusões e Trabalhos Futuros

Este capítulo traz as considerações finais desta pesquisa, bem como possibilidades para trabalhos futuros.

### 8.1 Considerações finais

Realizar testes de software é uma atividade imprescindível em um projeto. Apesar de sozinha não ser capaz de garantir a qualidade final do produto, a sua não execução poderá acarretar em um software de má qualidade.

Mesmo tendo sua importância reconhecida no mercado, algumas empresas negligenciam sua execução com a justificativa de que o esforço e custo empreendidos na atividade não podem ser suportados pelo projeto. Com isso a automação de testes de software surgiu como uma forma de diminuir esse esforço e custo a longo prazo no desenvolvimento.

Apesar de ser uma possível solução para se diminuir os problemas com o custo dos testes na indústria, a automação se mal aplicada pode inviabilizar um projeto, trazendo mais problemas do que soluções. Outro fator a ser considerado, é o fato que nem sempre sua utilização é viável. Uma forma de se tentar evitar esta situação é analisando-se a viabilidade de se implantar um projeto de testes automatizados, para assim se conhecer a real necessidade de se adicionar mais uma complexidade ao projeto desenvolvido.

Para tentar elucidar esta questão e propor uma possível solução, a presente pesquisa atuou fazendo uma busca na literatura para assim levantar os principais trabalhos que propõem alternativas para se analisar a viabilidade da automação de testes em um projeto. Também foi realizada uma pesquisa na indústria entrevistando-se alguns especialistas na área, para apurar as principais dores enfrentadas no dia-a-dia no que se diz respeito análise do uso ou não da automação.

Com a ajuda das etapas de pesquisas apresentadas foram propostos *guidelines* que poderiam ajudar na tomada de decisão, considerando os principais pontos levantados durante a revisão bibliográfica e entrevistas realizadas.

Como forma de avaliar o que foi proposto foi realizado um estudo de caso, em que foram utilizados *checklists* criados com base nos *guidelines* propostos. Este estudo de caso ocorreu dentro de projetos reais, a fim de avaliar se tais projetos deveriam ou não ser recomendados para automação. De acordo com os resultados obtidos durante o estudo foi possível avaliar a aplicabilidade da proposta dentro do contexto dos proje-

tos.

O presente trabalho portanto, apresentou como contribuição uma análise da literatura em relação a viabilidade da automação de testes, bem como uma visão de mercado sobre o assunto. E por fim apresentou uma possível solução para a recomendação da automação, mostrada em forma de *guidelines*.

Uma limitação desta pesquisa é que não foi possível averiguar a aplicabilidade da proposta dentro do contexto de mais projetos, tendo se limitado aos três analisados no estudo de caso.

## 8.2 Trabalhos futuros

Algumas possibilidades para trabalhos futuros que podem ser consideradas são:

- Ampliar os tópicos considerados antes da automação, para assim analisar mais pontos que poderiam influenciar no sucesso ou fracasso do projeto.
- Ampliar o contexto dos *guidelines* para conseguir analisar mais pontos dentro do que foi proposto.
- Aplicar os *guidelines* em mais projetos, de diferentes contextos, para verificar sua efetividade.



# Referências

- AMANNEJAD, Y. et al. A search-based approach for cost-effective software test automation decision support and an industrial case study. p. 302–311, March 2014. Citado 3 vezes nas páginas 33, 58 e 59.
- ARANHA, E. et al. Automated test execution effort estimation based on functional test specifications. Informatics Center – Federal University of Pernambuco (UFPE), 2008. Citado na página 15.
- BACH, J. Test automation snake oil. In: *Proceedings of the 14th International Conference and Exposition on Testing Computer Software (TCS'99)*. [S.l.: s.n.], 1999. Citado na página 26.
- BALDASSARRE M. T., F. C.; SILVA, F. Q. What aspects of context should be described in case studies about software teams? preliminary results from a mapping study. *International Conference on Software Process Improvement (PROFES)*, Trondheim, Norway, p. 723–730, 11 2016. Citado na página 62.
- BERTOLINO, A. Software testing research: Achievements, challenges, dreams. In: *Future of Software Engineering (FOSE '07)*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 85–103. Citado 5 vezes nas páginas 14, 25, 26, 29 e 47.
- COLLINS, E. F.; LUCENA, V. F. de. Software test automation practices in agile development environment: An industry experience report. p. 57–63, June 2012. Citado na página 15.
- CONTAN, A.; DEHELEAN, C.; MICLEA, L. Test automation pyramid from theory to practice. p. 1–5, May 2018. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.
- CRESWELL, J. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications, 2014. ISBN 9781452226101. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=4uB76lC\\_pOQC](https://books.google.com.br/books?id=4uB76lC_pOQC)>. Citado na página 21.
- DENSCOMBE, M. *The Good Research Guide: For Small-Scale Social Research Projects*. McGraw-Hill/Open University Press, 2014. (Open UP study skills). ISBN 9780335264704. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=fEeLBgAAQBAJ>>. Citado na página 21.
- DYBÅ, T.; KITCHENHAM, B. A.; JØRGENSEN, M. Evidence-based software engineering for practitioners. *Software, IEEE*, v. 22, p. 58 – 65, 02 2005. Citado na página 20.
- FEWSTER, M. Common mistakes in test automation. International Conference On Software Test Automation. San Jose, CA, USA, 2001. Citado 3 vezes nas páginas 15, 16 e 17.
- FEWSTER, M. Jumping into automation adventure with your eyes open. *Journal of Software Testing Professionals*, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 59.

GANDHI, G. M. D.; PILLAI, A. S. Challenges in gui test automation. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, IACSIT Press, v. 6, n. 2, p. 192, 2014. Citado na página 28.

GAROUSI, V.; FELDERER, M.; HACALOGLU, T. Software test maturity assessment and test process improvement: A multivocal literature review. *Information and Software Technology*, Volume 85, p. 16–42, maio 25 2017. Citado na página 16.

GAROUSI, V.; MÄNTYLÄ, M. When and what to automate in software testing? a multi-vocal literature review. v. 76, 04 2016. Citado 13 vezes nas páginas 17, 26, 28, 47, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 58, 59 e 60.

GAROUSI, V.; PFAHL, D. When to automate software testing? a decision-support approach based on process simulation. *Journal of Software: Evolution and Process*, v. 28, n. 4, p. 272–285, 2015. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smr.1758>>. Citado 3 vezes nas páginas 14, 15 e 16.

GAROUSI, V. et al. Experience in automated testing of simulation software in the aviation industry. *IEEE Software*, p. 1–1, 2018. ISSN 0740-7459. Citado na página 25.

HOFFMAN, D. Cost benefits analysis of test automation. *Software Quality Methods*, LLC., Saratoga, California, 1999. Citado 12 vezes nas páginas 14, 16, 26, 28, 29, 30, 46, 47, 48, 49, 52 e 53.

HOVE, S.; ANDA, B. Experiences from conducting semi-structured interviews in empirical software engineering research. In: . [S.l.: s.n.], 2005. v. 2005, p. 10 pp.–. ISBN 0-7695-2371-4. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

HYNNINEN, T. et al. Software testing: Survey of the industry practices. In: *2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1449–1454. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 26.

KASURINEN, J.; TAIPALE, O.; SMOLANDER, K. Software test automation in practice: Empirical observations. *Adv. Soft. Eng.*, Hindawi Publishing Corp., New York, NY, United States, v. 2010, p. 4:1–4:13, jan. 2010. ISSN 1687-8655. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2010/620836>>. Citado 4 vezes nas páginas 14, 17, 25 e 56.

KAZMI, S. et al. Trade-off between automated and manual testing: A production possibility curve cost model. v. 8, p. 12–27, 03 2016. Citado na página 56.

KITCHENHAM, B. A.; DYBA, T.; JORGENSEN, M. Evidence-based software engineering. In: *Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2004. (ICSE '04), p. 273–281. ISBN 0-7695-2163-0. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=998675.999432>>. Citado na página 20.

KITCHENHAM, B. A. et al. Preliminary guidelines for empirical research in software engineering. *IEEE Trans. Softw. Eng.*, IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, v. 28, n. 8, p. 721–734, ago. 2002. ISSN 0098-5589. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/TSE.2002.1027796>>. Citado na página 20.

- KUMAR, D.; MISHRA, K. The impacts of test automation on software's cost, quality and time to market. *Procedia Computer Science*, v. 79, p. 8 – 15, 2016. ISSN 1877-0509. Proceedings of International Conference on Communication, Computing and Virtualization (ICCCV) 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916001277>>. Citado na página 34.
- LETHBRIDGE, T.; SIM, S.; SINGER, J. Studying software engineers: Data collection techniques for software field studies. *Empirical Software Engineering*, v. 10, p. 311–341, 07 2005. Citado na página 21.
- MARICK, B. When should a test be automated. *Proceedings of The 11th International Software/Internet Quality Week*, p. 1–20, 1998. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 55.
- MENG, X. Analysis of software automation test protocol. In: *Proceedings of 2011 International Conference on Electronic Mechanical Engineering and Information Technology*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 8, p. 4138–4141. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 33.
- MOTWANI, V. The when and how of test automation. *Bangalore, India*, 2001. Citado 5 vezes nas páginas 30, 49, 50, 55 e 56.
- OLIVEIRA, J. C. D.; GOUVEIA, C. C.; FILHO, R. Q. Test automation viability analysis method. In: CITESEER. *LATW2006: Proceedings of the 7th IEEE Latin American Test Workshop*. [S.l.], 2006. p. 6. Citado na página 32.
- PERSSON, C.; YILMAZTURK, N. Establishment of automated regression testing at abb: Industrial experience report on 'avoiding the pitfalls'. *Proceedings - 19th International Conference on Automated Software Engineering, ASE 2004*, p. 112–121, 10 2004. Citado na página 31.
- PRANITHA, U.; SASTRY, B. Pragmatic approach to software automation. 2013. Citado 4 vezes nas páginas 33, 52, 56 e 59.
- PRESSMAN, R. S. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. [S.l.]: McGraw-Hill International, 2010. Citado 4 vezes nas páginas 14, 16, 25 e 52.
- RAMLER, R.; WOLFMAIER, K. Economic perspectives in test automation: Balancing automated and manual testing with opportunity cost. p. 85–91, 01 2006. Citado 7 vezes nas páginas 17, 26, 31, 32, 46, 47 e 61.
- RUNESON, P. et al. *Case Study Research in Software Engineering: Guidelines and Examples*. 1st. ed. [S.l.]: Wiley Publishing, 2012. ISBN 1118104358, 9781118104354. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- SAHAF, Z. et al. When to automate software testing? decision support based on system dynamics: An industrial case study. ACM, New York, NY, USA, p. 149–158, 2014. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2600821.2600832>>. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 34.
- SETH, F. P.; TAIPALE, O.; SMOLANDER, K. Organizational and customer related challenges of software testing: An empirical study in 11 software companies. In: *2014 IEEE Eighth International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–12. ISSN 2151-1349. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.

SHAFFER, D. *Quantitative Ethnography*. [S.l.: s.n.], 2017. ISBN 978-0578191683. Citado na página 41.

SHAFFER, D. Epistemic network analysis: Understanding learning by using big data for thick description. Routledge, 2018. Citado na página 41.

SJØBERG, D.; DYBÅ, T.; JORGENSEN, M. The future of empirical methods in software engineering research. In: . [S.l.: s.n.], 2007. p. 358–378. ISBN 0-7695-2829-5. Citado na página 20.

SOARES, T. *Uma abordagem para estimativa de custo em teste automático*. 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Software) — Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife - CESAR, Recife, PE, BR, 2017. Citado na página 46.

SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. [S.l.]: Pearson Education, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 25.

SOMMERVILLE, I.; SAWYER, P. *Requirements Engineering: A Good Practice Guide*. 1st. ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1997. ISBN 0471974447. Citado na página 45.

THUMMALAPENTA, S. et al. Efficient and change-resilient test automation: An industrial case study. In: *2013 35th International Conference on Software Engineering (ICSE)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1002–1011. ISSN 0270-5257. Citado na página 25.

THUMMALAPENTA, S. et al. Automating test automation. In: *2012 34th International Conference on Software Engineering (ICSE)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 881–891. ISSN 1558-1225. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 25.

YIN, R. K. *Estudo de Caso-: Planejamento e métodos*. [S.l.]: Bookman editora, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.