



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

MÉTODO DE GERENCIAMENTO DA DÍVIDA TÉCNICA DE
DOCUMENTAÇÃO PARA A APLICAÇÃO EM PRODUTOS
DE SOFTWARE

Leonardo Mendes Cabral

Orientador

Gleison dos Santos Souza

Coorientadora

Cristina Teles Cerdeiral

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO DE 2019

MÉTODO DE GERENCIAMENTO DA DÍVIDA TÉCNICA DE
DOCUMENTAÇÃO PARA A APLICAÇÃO EM PRODUTOS DE
SOFTWARE

Leonardo Mendes Cabral

DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE PELO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO
DO RIO DE JANEIRO (UNIRIO).

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA ABAIXO ASSINADA.



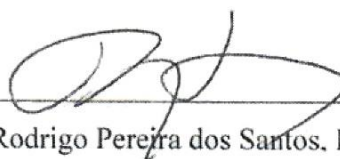
Gleison dos Santos Souza, D.Sc. - UNIRIO



Cristina Teles Cerdeiral, D.Sc. - UNIRIO



Rodrigo Oliveira Spínola, D.Sc. - UNIFACS



Rodrigo Pereira dos Santos, D.Sc. - UNIRIO

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO 2019

Catálogo informatizado pelo(a) autor(a)

C117 Cabral, Leonardo Mendes
Método de Gerenciamento da Dívida Técnica de Documentação para a Aplicação em Produtos de Software / Leonardo Mendes Cabral. -- Rio de Janeiro, 2019. 141

Orientador: Gleison dos Santos Souza.
Coorientadora: Cristina Teles Cerdeiral.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Informática, 2019.

1. Dívida Técnica. 2. Dívida Técnica de Documentação. 3. Documentação. 4. Gerenciamento da Dívida Técnica. I. Souza, Gleison dos Santos, orient. II. Cerdeiral, Cristina Teles, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, por terem compartilhado comigo o sentimento de conquista pela realização deste mestrado.

A minha esposa Angela, pela compreensão, carinho, por ter me apoiado e estado ao meu lado em todos os momentos difíceis durante este período de estudo.

Ao meu orientador Gleison, pela dedicação, compreensão, apoio, atenção em todos os momentos que precisei e por me fazer enxergar o que é o universo acadêmico.

A minha coorientadora Cristina, por suas dicas preciosas, pela eterna ajuda e pela contribuição direta na realização desta pesquisa.

Aos membros da banca, Rodrigo Spínola e Rodrigo dos Santos, por aceitarem prontamente o convite e pela contribuição à pesquisa.

Aos amigos do grupo de pesquisa do PPGI que contribuíram com este trabalho nos diversos seminários realizados e pelos conhecimentos compartilhados no decorrer do mestrado.

A todos aqueles que participaram dos estudos desta pesquisa e contribuíram de forma solidária para a construção método.

Por fim, a todos que sempre torceram pelo meu sucesso. Muito obrigado!

CABRAL, Leonardo Mendes. **Método de Gerenciamento da Dívida Técnica de Documentação para a Aplicação em Produtos de Software**. UNIRIO, 2019. XXX páginas. Dissertação de Mestrado. Departamento de Informática, UNIRIO.

RESUMO

Contexto: A documentação é um fator crucial para o desenvolvimento de software. No entanto, caso não apresente qualidade adequada ou seus problemas não sejam gerenciados de forma eficaz no presente, grandes danos podem ser causados no futuro. Em cenários como este, faz-se presente a dívida técnica de documentação. Considerando-se que incorrer em dívida técnica é algo inevitável a qualquer organização durante os processos de desenvolvimento, identificar as causas que levam à dívida é fundamental para apoiar as equipes de desenvolvimento na tomada de decisões. Não obstante, analisar a probabilidade de sua ocorrência, seus impactos, o esforço necessário para a sua eliminação e os potenciais benefícios futuros pode apoiar diretamente as organizações no gerenciamento das dívidas técnicas de documentação, minimizando diretamente consequências negativas em seus projetos. *Objetivo:* Desenvolver um método para o gerenciamento da dívida técnica de documentação no nível de equipes de desenvolvimento do software. Assim, foi proposto o DOTED, com a finalidade de apoiar as organizações que desenvolvem produtos de software no gerenciamento de dívidas técnicas de documentação em todas as fases do ciclo de vida do software. *Método:* O DOTED foi avaliado em um estudo de caso tendo como base um produto de software desenvolvido por uma equipe de desenvolvimento de uma organização pública. *Resultados:* A percepção de utilidade, facilidade de uso e a propensão à utilização futura foram avaliadas por meio do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) e melhorias foram implementadas para futuras aplicações do método. *Conclusão:* A partir dos dados coletados, foi possível obter indícios de que o método é capaz de apoiar o gerenciamento da dívida técnica de documentação no nível de equipes de desenvolvimento.

Palavras-chave: Dívida Técnica, Dívida Técnica de Documentação, Documentação, Gerenciamento da Dívida Técnica.

CABRAL, Leonardo Mendes. **Documentation Technical Debt Management Method for Application in Software Products**. UNIRIO, 2019. XXX pages. Master Degree Dissertation. Computer Science Department, UNIRIO.

ABSTRACT

Context: Documentation is a crucial factor for software development. However, if there is not an adequate quality or the problems are not effectively managed in the present, great damages could be caused in the future. In such scenarios, the documentation technical debt is present. Once incurring in technical debt is unavoidable for any organization during development processes, identifying the causes that lead to debt is extremely important to supporting development teams in decision making. However, analyzing the probability of its occurrence, its impacts, the effort made and its future benefits can directly support organizations in managing their documentation technical debts, directly minimizing negative consequences on their projects. *Objective:* To develop a method for managing documentation technical debt at the software development team level. We propose DOTED to support organizations that develop software products in managing their documentation technical debts at all software lifecycle phases. *Method:* DOTED was evaluated in a case study regarding a software product developed by a development team of a public organization. *Results:* We evaluated perception of utility, ease of use and intention of future by using the Technology Acceptance Model (TAM). Improvements were made for future applications of the method. *Conclusion:* From the collected data, we gathered evidences that the method can effectively support the management of documentation technical debt at the development team level.

Keywords: Technical Debt, Documentation Technical Debt, Documentation, Technical Debt Management.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Motivação	1
1.2. Objetivo e Questão de Pesquisa.....	3
1.3. Abordagem Metodológica	4
1.4. Estrutura da Dissertação	8
2. DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO	9
2.1. Introdução	9
2.2. Documentação de Software	10
2.3. Dívida Técnica.....	12
2.3.1. Tipos de Dívida Técnica.....	13
2.3.2. Dívida Técnica de Documentação.....	17
2.3.3. Gerenciamento da Dívida Técnica	18
2.4. Dívida Técnica de Documentação nas Fases do Ciclo de Vida do Software	21
2.4.1. Requisitos	23
2.4.2. Design.....	25
2.4.3. Construção.....	27
2.4.4. Testes.....	29
2.4.5. Manutenção	32
2.5. Métodos de Gerenciamento da Dívida Técnica.....	34
2.5.1. Métodos Identificados na Literatura.....	35
2.5.2. Comparação Entre os Métodos Identificados.....	38
2.6. Considerações Finais	39
3. ESTUDO QUALITATIVO SOBRE DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO	40
3.1. Introdução	40

3.2. Planejamento do Estudo e Execução	41
3.2.1. Planejamento do Estudo	41
3.2.2. Execução do Estudo: Coleta de Dados e Procedimentos de Análise	43
3.2.3. Resultados do Estudo	45
3.2.4. Compilação dos Dados Obtidos	47
3.3. Discussão	51
3.3.1. Trabalhos Relacionados.....	53
3.3.2. Limitações e Ameaças à Validade.....	54
3.4. Considerações Finais	56
4. MÉTODO PARA APOIAR O GERENCIAMENTO DA DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO	57
4.1. Introdução	57
4.2. Visão Geral do Método.....	59
4.3. Papéis Envolvidos no DOTED	61
4.4. Etapa 1: Criar ou Revisar Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto.....	61
4.4.1. Elicitar Contexto do Produto	63
4.4.2. Definir a Equipe Responsável pela Gestão da Dívida Técnica do Produto..	63
4.4.3. Identificar a Documentação Esperada para o Produto.....	64
4.4.4. Identificar a Documentação Incorporada ao Produto	64
4.4.5. Adaptar o Guia DOTED ao Produto	65
4.5. Etapa 2: Identificar e Mensurar Dívidas Técnicas de Documentação	66
4.5.1. Identificar Dívidas Técnicas de Documentação do Produto	67
4.5.2. Realizar Avaliação Probabilidade x Impacto	71
4.5.3. Realizar Avaliação Custo x Benefício.....	72
4.6. Etapa 3: Elaborar Estratégia de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação	75

4.6.1. Priorizar Dívidas a Serem Pagas	78
4.6.2. Elaborar Plano de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação	80
4.6.3. Executar Plano de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação.....	81
4.7. Etapa 4: Monitorar Dívidas Técnicas de Documentação.....	82
4.7.1. Atualizar Documentação	83
4.7.2. Comunicar Dívidas Técnicas.....	84
4.8. Considerações Finais	84
5. AVALIAÇÃO DO MÉTODO	86
5.1. Introdução	86
5.2. Planejamento do Estudo de Caso	86
5.3. Coleta de Dados	89
5.4. Contexto do Estudo de Caso	89
5.5. Execução do Método	90
5.6. Resultados dos Questionários TAM	98
5.7. Análise e Interpretação dos Dados.....	101
5. 8. Limitações e Ameaças à Validade	103
5. 9. Considerações Finais	105
6. CONCLUSÃO.....	106
6.1. Considerações Finais	106
6.2. Contribuições	108
6.3. Limitações.....	109
6.4. Perspectivas Futuras	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
APÊNDICE I - Guia DOTED	119
APÊNDICE II - Termo de Consentimento e Participação em Pesquisa	123
APÊNDICE III - Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto .	125

APÊNDICE IV - Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE)	127
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclos da DSR (baseado em HEVNER, 2007)	6
Figura 2: Quadrante da Dívida Técnica (FOWLER, 2013).....	14
Figura 3: Taxonomia dos Tipos de Dívida Técnica (ALVES, 2016a)	16
Figura 4: Estrutura Básica do Gerenciamento da Dívida Técnica (SEAMAN e ZAZWORKA <i>et al.</i> , 2013).....	18
Figura 5: Fases do Ciclo de Vida do Software	21
Figura 6: Fases do ciclo de vida do software e seus respectivos testes (PRESSMAN e MAXIM, 2016).....	30
Figura 7: Etapas do DOTED	59
Figura 8: Visão Geral do DOTED.....	60
Figura 9: Etapa 1: Criar ou Revisar Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto.....	62
Figura 10: Etapa 2: Identificar e Mensurar Dívidas Técnicas de Documentação	66
Figura 11: Proposta de Modelo para o Registro de Dívidas Técnicas.....	70
Figura 12: Etapa 3: Elaborar Estratégia de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação	75
Figura 13: Visualização por Ciclos de Resolução da Proposta de Modelo do PRDTD. 77	
Figura 14: Visualização Consolidada da Proposta de Modelo do PRDTD.....	78
Figura 15: Etapa 4: Monitorar Dívidas Técnicas de Documentação.....	83
Figura 16: Registro de Dívidas Técnicas Utilizado no Estudo de Caso.....	94
Figura 17: Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação Utilizado no Estudo de Caso	97

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Requisitos	24
Tabela 2: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Requisitos	24
Tabela 3: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Requisitos	24
Tabela 4: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Requisitos	24
Tabela 5: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Design...	26
Tabela 6: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Design.....	26
Tabela 7: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Design.....	26
Tabela 8: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Design ..	27
Tabela 9: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Construção	28
Tabela 10: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Construção	29
Tabela 11: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Construção	29
Tabela 12: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Construção	29
Tabela 13: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Testes..	31
Tabela 14: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Testes.....	32
Tabela 15: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Testes.....	32

Tabela 16: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Testes .	32
Tabela 17: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Manutenção	34
Tabela 18: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Manutenção	34
Tabela 19: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Manutenção	34
Tabela 20: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Manutenção	34
Tabela 21: Estudo Comparativo entre Métodos Identificados na Literatura.....	38
Tabela 22: Visão Geral dos Participantes do Estudo.....	43
Tabela 23: Possíveis Causas de Dívida Técnica de Documentação	48
Tabela 24: Consequências da Dívida Técnica de Documentação	49
Tabela 25: Boas Práticas Identificadas	49
Tabela 26: Documentação Mencionada pelos Participantes	50
Tabela 27: Papéis e Responsabilidades Envolvidos no DOTED	61
Tabela 28: Informações Presentes no Plano de Gestão da DTD do Produto	62
Tabela 29: Matriz de Probabilidade x Impacto	74
Tabela 30: Matriz de Grau de Criticidade x Custos	74
Tabela 31: Afirmações Associadas à Avaliação da Utilidade Percebida	88
Tabela 32: Afirmações Associadas à Facilidade de Uso Percebida	88
Tabela 33: Afirmações Associadas à Propensão à Utilização Futura	88
Tabela 34: Cronograma do Estudo de Caso	90
Tabela 35: Avaliação da Utilidade Percebida.....	99
Tabela 36: Avaliação da Facilidade de Uso	100
Tabela 37: Avaliação da Propensão à Utilização Futura.....	101

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

Embora seja considerado um assunto polêmico e nem sempre tratado com a devida importância por diversas organizações, a documentação deve ser encarada como um aspecto essencial à qualidade dos produtos de software. É considerada como uma peça fundamental no processo de desenvolvimento, uma vez que artefatos e registros são utilizados em várias atividades deste processo e estão presentes em todo o ciclo de vida do software (ZHI *et al.*, 2015). É através da documentação que se torna possível registrar a evolução de um software, criando assim a base necessária a todas as etapas do processo, incluindo treinamento, a utilização e a manutenção (SANCHES, 2001).

Documentação é produzida ao longo de todo o processo de software, por exemplo: os planos de projetos, especificações de requisitos, diagramas, casos de teste, dentre outros. Segundo SANCHEZ-ROSADO *et al.* (2009), uma parte considerável dos custos dos projetos de software é gasta na documentação, chegando a uma taxa de 11%. Tais dados indicam que o esforço empreendido em documentação é um fator de extrema relevância durante os processos de desenvolvimento. Por conseguinte, é naturalmente esperado que ao empreender esforços e gastos em um artefato, os benefícios decorrentes de tais ações retornem em algum momento, tanto para as fases de desenvolvimento quanto para a de manutenção (MIRA, 2005).

Definir o conceito de documentação em uma única sentença não é algo trivial. Porém, ZHI *et al.* (2015) apresentaram algumas definições e características relacionadas à documentação:

- Documentação é uma descrição escrita de sistemas de software;
- A documentação pode se referir ao manual do produto elaborado por desenvolvedores aos usuários finais;

- A documentação pode se referir a diferentes artefatos, incluindo requisitos, *design*, comentário de código, casos de teste, etc.;
- A documentação pode ser apresentada em diferentes formatos, variando do texto escrito tradicional a modelos gráficos (por exemplo, diagramas UML) ou até mesmo de texto estático a sistemas de hipertexto dinâmicos.

Um dos problemas encontrados na elaboração da documentação de software é o pouco apoio oferecido ao processo de documentação em si, incluindo a identificação dos documentos, suas relações com as atividades do processo, padrões organizacionais, o projeto de estruturação dos documentos, a definição de modelos de documento e a própria elaboração de documentos. Fatores como prazos apertados, altos custos, imprecisão e dificuldade na manipulação de documentos também podem comprometer o processo de documentação (NUNES *et al.* 2004). Por sua vez, para que atividades como avaliação e manutenção possam ser realizadas com sucesso, a documentação precisa apresentar qualidade.

Além dos vários problemas supracitados, uma documentação de má qualidade pode incidir na criação de documentos incompletos, desatualizados ou inconsistentes (NUNES *et al.* 2004), caracterizando-se desta forma um cenário nítido onde a adoção de tais práticas inadequadas de documentação, por parte das organizações de projetos de software, faz com que se incorra em dívida técnica de documentação (DTD).

O termo “dívida técnica” descreve, de forma sucinta, a relação entre objetivos de curto e longo prazo no desenvolvimento de software. Embora seja altamente útil como metáfora, seu potencial deve ser visto muito além de apenas facilitar a comunicação entre profissionais da área de software e pesquisadores. Tem como foco principal inspirar um conjunto útil de métodos e ferramentas que apoiem a identificação, a medição, o monitoramento, o gerenciamento e o pagamento da dívida técnica (ZAZWORKA *et al.*, 2013).

De acordo com LI *et al.* (2015) e ALVES (2016a), poucos estudos foram realizados até o momento sobre a forma como as organizações de projetos de software percebem e gerenciam a dívida técnica em seus ambientes de trabalho. Além desta questão, existe outra de extrema relevância a ser levada em consideração que é a baixa percepção que alguns profissionais da área de software possuem sobre dívida técnica (SILVA *et al.*, 2018). A falta de conscientização sobre o que é dívida técnica, o não

conhecimento de suas causas, suas consequências, não saber como evitá-la e como gerenciá-la pode trazer grandes danos às organizações. Assim, revela-se a necessidade da criação de ferramentas que possam apoiar as organizações de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas (ERNST *et al.*, 2015).

De forma geral, a dívida técnica costuma ser gerenciada implicitamente pelas organizações de projetos de software (LI *et al.*, 2015; ALVES, 2016a). Porém, com o intuito de se evitar o pagamento de juros futuros e para aumentar a eficácia dos projetos, faz-se necessária a elaboração, de forma estruturada e consciente, de técnicas de gerenciamento da dívida. Tais técnicas têm como foco a identificação, a mensuração e o monitoramento dos itens da dívida técnica existentes em projetos de software, servindo assim como apoio aos gestores a tomarem decisões baseadas em fatos e resultando em maior qualidade e produtividade na execução das atividades do software em desenvolvimento (ALVES, 2016a).

Segundo BUSCHMANN (2011), a tomada de decisão em relação à dívida técnica pode ser feita de três maneiras: pagar os juros da dívida, porém sofrendo com as consequências da dívida e incorrendo em custos extras; pagar a dívida, envolvendo custos de recursos adicionais; ou “converter a dívida”, buscando solução na implicação de uma nova dívida, porém com um custo menor. Outra possível decisão a ser tomada é “assumir a dívida” técnica, ou seja, desde que administrada de forma consciente e bem monitorada, a dívida pode ser mantida (FOWLER, 2013).

O gerenciamento da dívida técnica consiste em identificar, medir e monitorar a dívida para facilitar a tomada de decisão (SEAMAN e GUO, 2011). Dentre os benefícios obtidos com o gerenciamento eficaz da dívida técnica, podem ser mencionados os custos de manutenção reduzidos, o aumento na produtividade de manutenção e a diminuição de imprevistos, acarretando uma melhor estimativa de custos e riscos nos projetos (SEAMAN e GUO, 2011).

1.2. Objetivo e Questão de Pesquisa

O objetivo desta dissertação é propor um método, denominado DOTED (do inglês, *Documentation Technical Debt*, ou em português, Dívida Técnica de Documentação), que apoie as organizações que desenvolvem produtos de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas de documentação. Para que o método possa

agregar maior valor à organização, é recomendado que seja utilizado diretamente por profissionais da área de desenvolvimento, sendo necessária a presença de um profissional atuando no papel de *Mentor*, orientando os demais membros da equipe em relação à utilização do método e aos conceitos de dívida técnica. Além disso, esta dissertação também propõe a criação de artefatos que deem suporte ao método, disponibilizando aos seus usuários as principais causas e consequências da dívida técnica de documentação, boas práticas e exemplos de documentação, além de registrar todas as atividades realizadas durante a execução do método.

Para alcançar este objetivo, foram definidos três requisitos para o método, consistentes com a metodologia “Design Science Research” (DSR) (HEVNER, 2007) explicada na próxima seção. Os requisitos são:

- R1- Possibilitar que as organizações sejam capazes de gerenciar a dívida técnica de documentação referente a todas as fases do ciclo de vida do software;
- R2- Permitir que o método possa ser executado a qualquer momento do ciclo de vida do software, desde a etapa de requisitos até a manutenção;
- R3- Prover artefatos que auxiliem as organizações na identificação e no registro das dívidas técnicas de documentação;

Baseando-se no objetivo definido para esta pesquisa, este trabalho visa responder à seguinte questão de pesquisa: “*Como apoiar as organizações que desenvolvem produtos de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas de documentação?*”.

1.3. Abordagem Metodológica

A abordagem metodológica da pesquisa é estruturada na Design Science Research (DSR). A DSR tem como foco a resolução de um problema prático em um contexto específico por meio de um artefato, gerando consequentemente um novo conhecimento científico (HEVNER *et al.*, 2004).

Segundo a visão de HEVNER *et al.* (2004), o princípio fundamental da DSR deriva de sete diretrizes básicas: A DSR visa à criação de um artefato inovador (Diretriz 1) para resolver o problema de um domínio específico (Diretriz 2). Em função de o

artefato ser criado para atender a um propósito, ele deve ser útil para o problema especificado. Assim, é necessário que seja realizada uma avaliação completa deste artefato (Diretriz 3). A geração de algo novo é igualmente crucial, uma vez que o artefato deve buscar a solução para um problema até então não resolvido ou resolver um problema conhecido de maneira mais eficaz ou eficiente (Diretriz 4). Desta forma, o diferencial da DSR é justamente sua aplicação prática. O artefato em si deve ser rigorosamente definido, formalmente representado, coerente e internamente consistente (Diretriz 5). O processo no qual é criado incorpora ou permite buscar uma solução ao problema, onde o local do problema é construído e um mecanismo é habilitado ou definido para que seja encontrada a solução efetiva (Diretriz 6). Finalmente, os resultados da DSR devem ser efetivamente comunicados (Diretriz 7) tanto para um público técnico quanto para um público gerencial.

A DSR foi utilizada nesta pesquisa pelo fato de o objeto de estudo ser um artefato, especificamente um método que inclui um processo e instrumentos para apoiar a execução desse processo. Mais precisamente, a abordagem segue a linha teórica de HEVNER (2007), a qual consiste na associação de três ciclos reguladores de atividades relacionadas: ciclo de *relevância*, ciclo de *rigor* e o ciclo de *design*. O ciclo de relevância é o primeiro ciclo da DSR e define o problema a ser abordado, os requisitos da pesquisa e os critérios para avaliar os resultados da pesquisa. O ciclo de design envolve o desenvolvimento e a avaliação de artefatos ou teorias para resolver o problema identificado. Por fim, o ciclo de rigor refere-se à utilização e a geração de conhecimento. O rigor é obtido por meio do uso adequado de princípios e metodologias de uma base de conhecimento que fundamente a pesquisa e da adição de conhecimento gerado pela pesquisa, para contribuir com a crescente base de conhecimento.

Ainda sob a visão de HEVNER (2007), o ciclo de relevância preenche o ambiente contextual do projeto de pesquisa com as atividades da DSR. O ciclo de rigor conecta as atividades da DSR com a base de conhecimento científico do projeto de pesquisa. O ciclo de design permeia as principais atividades de construção e avaliação dos artefatos e os processos do projeto da pesquisa.

O método proposto nesta dissertação (DOTED) foi desenvolvido com base na revisão da literatura e em um estudo qualitativo sobre a dívida técnica de documentação. Para definir e avaliar a solução proposta, foram seguidos os seguintes passos:

- Revisão de literatura para reunir informações sobre conceitos de documentação de software, dívida técnica, gerenciamento da dívida técnica, ciclo de vida do software, estudo de caso e modelo de aceitação de tecnologia;
- Estudo qualitativo sobre dívida técnica de documentação baseado em entrevistas semiestruturadas com profissionais da área de desenvolvimento em uma organização que desenvolve produtos de software;
- Desenvolvimento do método, idealizando suas fases e criando o material para explicar e instruir seu uso, como descrições de fases e artefatos;
- Estudo de caso para avaliação do método aplicando o DOTED em um contexto prático de uma organização que desenvolve produtos de software;
- Melhorias no DOTED de acordo com os resultados obtidos no estudo de caso.

A Figura 1 apresenta os ciclos da DSR deste trabalho.

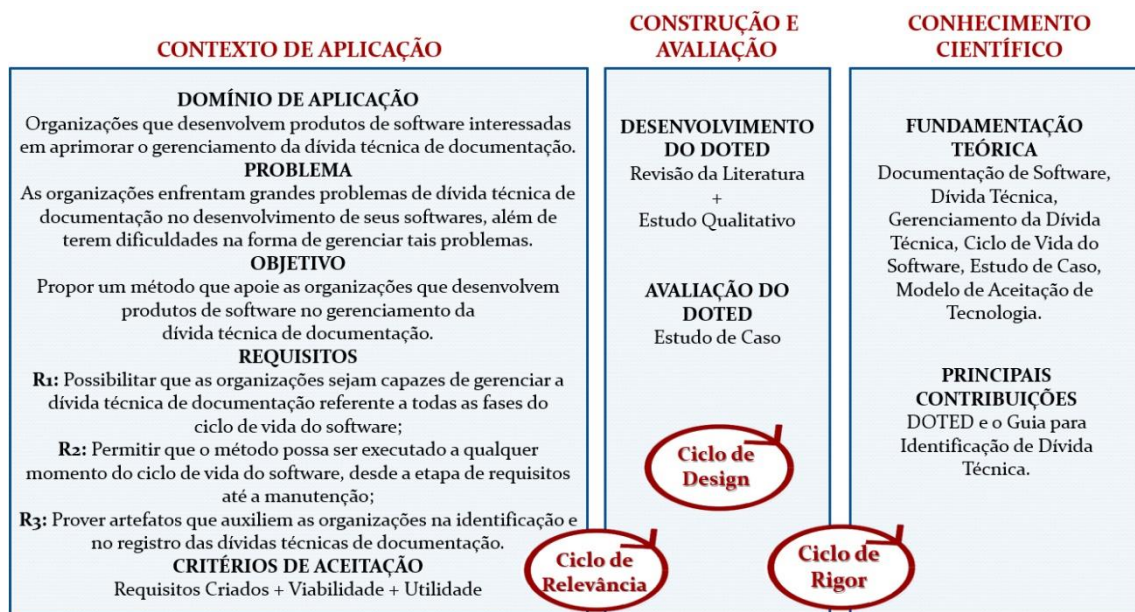


Figura 1: Ciclos da DSR (baseado em HEVNER, 2007)

No que se refere ao ciclo de relevância, a aplicação do método proposto nesta dissertação tem como foco organizações ou departamentos que desenvolvem produtos de software e que buscam aprimorar a forma como gerenciam suas dívidas técnicas de documentação. O problema abordado envolve as dificuldades encontradas pelas organizações em relação ao processo de documentação no desenvolvimento de seus softwares, além da dificuldade em gerenciar tais problemas. Considerando o problema identificado, esta dissertação se propõe a criar um método que possa justamente apoiar

as organizações que desenvolvem produtos de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas de documentação.

Os requisitos para a construção do método foram estabelecidos baseados nos aspectos indicados na literatura existente. Segundo SILVA *et al.* (2018) e ALVES *et al.* (2016b), as organizações de software podem vir a incorrer em dívida técnica em qualquer fase do desenvolvimento, podendo se manifestar de formas distintas. Torna-se assim necessário o gerenciamento da dívida de documentação em cada uma das fases do ciclo de vida do software (Requisitos 1 e 2). ERNST *et al.* (2015) reforçam ainda a ideia de que ferramentas e artefatos são componentes fundamentais a serem aplicados em qualquer estratégia de gerenciamento da dívida técnica (Requisito 3).

Os requisitos estabelecidos devem ser considerados como um dos critérios para avaliar o método proposto. Além disso, deve-se avaliar se o método poderá efetivamente apoiar as organizações de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas de documentação. Para tanto, a viabilidade e a utilidade do método devem ser consideradas. O DOTED deve ser considerado viável se ele for capaz de realizar o que se propõe a fazer, se puder ser utilizado de forma prática à realidade da organização e se o esforço para executá-lo for considerado razoável. Por outro lado, será considerado útil caso seja capaz de trazer benefícios diretos ao gerenciamento da DTD da organização.

O ciclo de design está relacionado à construção e avaliação do método. A construção do DOTED é baseada na revisão da literatura e em um estudo qualitativo sobre dívida técnica de documentação em produtos de software. Sua avaliação conta com um estudo de caso da aplicação do DOTED na indústria.

O ciclo de rigor envolve os fundamentos utilizados durante o desenvolvimento e avaliação do método, como a literatura sobre documentação de software, dívida técnica, gerenciamento da dívida técnica, ciclo de vida do software, estudo de caso e o modelo de aceitação de tecnologia (TAM). Este ciclo também contempla as contribuições da pesquisa para a base de conhecimento, sendo o próprio DOTED, o “Guia DOTED” (artefato criado para apoiar as equipes de desenvolvimento durante a execução do método) e o estudo de caso do DOTED utilizado na prática.

1.4. Estrutura da Dissertação

O capítulo atual apresentou a introdução, explicando a motivação para este trabalho; seus objetivos e questão de pesquisa; e os detalhes da metodologia de pesquisa seguida. As próximas seções da dissertação estão organizadas da seguinte forma:

- *CAPÍTULO 2 – Dívida Técnica de Documentação*: apresenta uma abordagem teórica sobre documentação de software; as possíveis causas da dívida técnica de documentação, suas consequências, boas práticas e exemplos de documentação relativa a cada fase do ciclo de vida do software; os principais conceitos relacionados à dívida técnica e seu gerenciamento; definições específicas sobre dívida técnica de documentação; e a realização de uma análise comparativa entre métodos de gerenciamento da dívida técnica identificados na literatura.
- *CAPÍTULO 3 – Um Estudo Qualitativo sobre Dívida Técnica de Documentação*: descreve um estudo realizado para identificar as possíveis causas que levam as organizações que desenvolvem produtos de software a incorrer em dívida técnica de documentação, juntamente com suas consequências, boas práticas para evitá-las e exemplos de documentação relativa às fases do ciclo de vida do software.
- *CAPÍTULO 4 – Método para Apoiar o Gerenciamento da Dívida Técnica de Documentação*: apresenta as características e os procedimentos que compõem o método proposto nesta dissertação.
- *CAPÍTULO 5 – Avaliação do Método*: apresenta um estudo de caso realizado para avaliar o DOTED na prática.
- *CAPÍTULO 6 – Conclusão*: apresenta as considerações finais desta dissertação, suas contribuições, suas limitações e as perspectivas futuras para esta pesquisa.

2. DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO

2.1. Introdução

A dívida técnica tem recebido cada vez mais atenção por profissionais de engenharia de software. Embora tenha sido inicialmente utilizada como uma ferramenta de comunicação entre partes interessadas com perfis não técnicos, atualmente a utilização deste conceito colabora diretamente para o aprimoramento da qualidade interna do software (ALVES, 2016b).

O interesse pela metáfora “dívida técnica” e pelo seu uso cresceram ao longo dos anos (LI, 2015). Porém, SILVA (2018) afirma que apesar de haver um crescente número de estudos realizados sobre dívida técnica e na forma como é gerenciada, apenas alguns destes estudos estão focados à realidade prática da indústria de software, ou seja, na forma como as organizações percebem e aplicam os conceitos de dívida técnica em seus ambientes de trabalho. Muitos estudos têm sido realizados em relação às diferentes áreas de conhecimento da dívida técnica em busca de propostas de soluções aos engenheiros de software para que alcancem melhores resultados em seus projetos (SILVA, 2018).

A dívida técnica possui um significado mais profundo do que sua definição inicial (SILVA, 2018). Seus conceitos podem ser aplicados a todas as fases de desenvolvimento de software (LI, 2015 e ALVES, 2016b). De acordo com ALVES (2016b), diferentes tipos de dívida técnica podem ser incorridos durante o processo de desenvolvimento de software e cada um deles pode ter diferentes influências. No entanto, isso não significa que a dívida técnica possa ser generalizada a todos os problemas de software enfrentados atualmente pelas organizações de software (SILVA, 2018).

Levando-se em consideração que a documentação é parte integral de qualquer processo de desenvolvimento de software (ZHI, 2015), esta dissertação busca abordar os problemas de documentação que organizações de software encontram em sua realidade de trabalho. A preocupação por este tema é reforçada por ZHI (2015) quando afirma que pesquisadores e profissionais da área de software vêm demonstrando grande

preocupação sobre custos, benefícios e qualidade da documentação de software na prática.

Neste capítulo serão apresentadas algumas das principais referências sobre a importância da documentação na realidade de trabalho das organizações de produtos de software, assim como os problemas decorrentes da ausência de um processo eficaz de documentação. Os conceitos sobre dívida técnica e, especificamente, dívida técnica de documentação, os tipos de dívidas identificados na literatura e a forma como gerenciá-las serão discutidos no decorrer do capítulo. Serão também apresentadas as fases do ciclo de vida do software, ressaltando suas particularidades em relação à documentação. Uma análise comparativa entre métodos identificados na literatura, tendo como objetivo consolidar as etapas e atividades definidas ao método proposto nesta dissertação, será apresentada ao final do capítulo.

2.2. Documentação de Software

Seja de forma padronizada ou “ad hoc”, formal ou informal, a documentação se faz necessária ao desenvolvimento de software em qualquer uma de suas fases e pode ser representada através de artefatos e registros referentes ao seu processo. Tais artefatos são produzidos e utilizados durante a realização das atividades do processo e estão presentes em todo o ciclo de vida do produto (NUNES *et al.*, 2004).

A necessidade de criar uma documentação adequada começa antes mesmo do desenvolvimento do produto em questão. Inicia-se com a estruturação de documentos relacionados à sua aplicabilidade, aos requisitos e ao design do software, gerando assim as bases necessárias à evolução das etapas posteriores do processo de desenvolvimento, como a fase de treinamento de usuários e a manutenção do software. De fato, quando um sistema se encontra bem documentado, torna-se notória a eficácia e a eficiência da equipe de desenvolvimento durante a manutenção do produto (ROCHA, 2008).

Dentre as inúmeras definições presentes na literatura sobre o que é documentação, pode-se destacar uma delas como: uma descrição escrita que possui um “status” oficial ou autoridade que pode ser usada como uma evidência (PARNAS, 2011), podendo também ser definida como um artefato cujo propósito é comunicar informações sobre o sistema do software a qual pertence (FORWARD, 2002).

A documentação de software pode ser estruturada de diferentes formas e servir a inúmeros propósitos e fases do ciclo de vida do software. Dentre as diversas formas existentes, a documentação de sistema representa o software sob o ponto de vista do programador, tendo como exemplo a documentação de funcionalidades técnicas do tipo caixa-branca, as quais necessitam possuir alto grau de detalhamento e que são de extrema importância na etapa de construção (requisitos, arquitetura, código fonte, etc.) (ROCHA, 2008). Por outro lado, testadores também se utilizam do mesmo tipo de documentação, embora lidem com maior frequência com documentação de funcionalidades de caixa-preta, sem grandes detalhamentos (ZHI *et al.*, 2015). Outro tipo de documentação existente é a documentação de projeto, a qual compreende um conjunto de documentos que acompanham todo o seu ciclo de vida, desde a fase de estratégia até a de manutenção. A documentação de usuário também consiste em uma das formas de documentação e nela estão presentes as informações sobre as funcionalidades de como deve ser utilizado o produto. Todos estes documentos possuem informações relativas a alguma fase do ciclo de vida do software e são de grande importância à evolução e manutenção do software (ROCHA, 2008).

Alguns autores consideram que o código fonte de um software pode ser encarado como documentação. Todavia, existem visões distintas de outros autores, considerando o código fonte como um domínio específico e apenas os comentários escritos em seu interior como sendo a documentação propriamente dita (FARIAS *et al.*, 2015).

Segundo ZHI *et al.* (2015), a documentação do software é parte integrante de qualquer processo de desenvolvimento de software. Por conseguinte, os documentos precisam apresentar qualidade adequada para que as atividades futuras de manutenção sejam bem-sucedidas. Pode-se citar como exemplo os padrões propostos pela IEEE, os quais identificam o conteúdo e a organização necessários a estarem presentes em um documento, sendo utilizados por diversas organizações como referências ao criarem documentações adequadas às suas necessidades (IEEE, 2001). No entanto, por muitas vezes a documentação acaba sendo negligenciada pelas organizações em função de alguns fatores, tais como prazos de entregas curtos, alto custo para a produção de documentação, cultura da organização, ausência de padrões e dificuldades em geral na manipulação de documentos. Como consequência a não se dar a devida importância à documentação, além de fazer com que desenvolvedores acabem por deixá-la em

segundo plano, as organizações podem vir a ter grandes problemas em função da geração de documentos incompletos, inconsistentes ou desatualizados (NUNES *et al.*, 2004). Tais problemas podem não ser visíveis em curto prazo, mas a médio e longo prazo podem vir a se tornar graves, explicitando desta forma um quadro clássico de dívida técnica.

2.3. Dívida Técnica

O termo “dívida técnica” (DT) foi cunhado pela primeira vez na literatura por Ward Cunningham em 1992 como uma metáfora para referenciar consequências negativas que podem existir no desenvolvimento de software. A metáfora relatada por Cunningham se refere, basicamente, a pendências que quando não solucionadas no presente, podem vir a causar grandes consequências no futuro e quanto mais se atrasa o pagamento destas pendências, maiores serão os juros. O não pagamento das dívidas técnicas no presente pode gerar uma falsa sensação de benefício em curto prazo, mas suas consequências futuras podem surgir na forma de atrasos no cumprimento de prazos ou até mesmo na dificuldade em atingir as metas e os critérios de qualidade acordados (SPÍNOLA *et al.*, 2013).

Para elucidar de forma sucinta a visão de Cunningham, pode-se dividir a dívida técnica em duas partes. Na primeira, o autor reforça a ideia de que caso a qualidade do código seja comprometida ou caso sejam utilizadas práticas imaturas de codificação, a dívida será contraída. Na segunda parte, Cunningham enfatiza a tendência que as organizações têm de contrair dívidas para agilizar seus processos, pois mesmo que seja uma prática supostamente interessante adquirir pequenas dívidas, podem ser gerados juros e, dessa forma, o pagamento poderá fugir do controle.

ALLMAN (2012) afirma que a dívida técnica é inevitável, uma vez que a equipe de desenvolvimento nunca tem a compreensão real da dimensão do problema quando um projeto se inicia. Além desta questão, um motivo comum que faz com que as organizações venham a incorrer frequentemente em dívida técnica, ocasionando diretamente no declínio da qualidade do software, é que as atividades exercidas pela equipe são realizadas, na maioria das vezes, sob forte restrição de tempo e recursos. Sendo assim, nem sempre é possível eliminar a dívida técnica (ALVES, 2016a).

Muitas organizações optam por assumir uma dívida técnica para alcançar um

objetivo e acabam esquecendo-a, perdendo o controle sobre ela. Porém, o grande problema não é o fato de se assumir a dívida, mas sim esquecê-la. Sendo assim, o objetivo maior não deve ser eliminar a dívida, mais sim gerenciá-la (PERONDI, 2014). Não eliminar a dívida pode ser considerado como algo positivo, uma vez que o esforço empreendido para eliminá-la pode ser maior do que o benefício adquirido ou até mesmo a probabilidade desta dívida vir a acontecer no projeto é tão baixa quanto o seu impacto. Desta forma, percebe-se que a situação supracitada se assemelha a uma análise de risco e as atividades realizadas por esta análise encontram-se presentes nas etapas que compõem o método proposto nesta dissertação.

2.3.1. Tipos de Dívida Técnica

As organizações podem vir a incorrer em dívida técnica de formas distintas. Em relação as suas formas, as dívidas técnicas podem ser classificadas como Não Intencionais e Intencionais, sendo esta última subdividida em: “em Curto Prazo” e “em Longo Prazo” (MCCONNELL, 2008).

- a) **Não Intencionais:** Ocasionadas, geralmente, por um trabalho realizado de má qualidade e sem que os desenvolvedores tenham consciência dos problemas presentes em seus códigos. Eventualmente ocorrem por códigos escritos por um desenvolvedor júnior.
- b) **Intencionais:** Causadas deliberadamente pela organização com a intenção de se resolver um problema no presente e não dando a devida relevância ao futuro. Podem ser encaradas como um objetivo estratégico ou tático da organização.

Dentre as subdivisões da dívida Intencional, estão:

- 1- **Em Curto Prazo:** as consequências da dívida são previstas para ocorrerem em um futuro próximo e podem não ser tão prejudiciais aos projetos.
- 2- **Em Longo Prazo:** ocorrem, geralmente, em períodos não previstos pelas organizações e podem trazer consequências graves aos projetos.

Inspirando-se nesta diversidade de possibilidades, FOWLER (2013) definiu um quadrante (conforme ilustrado na Figura 2) para classificar os tipos de dívida técnica que podem afetar um projeto. O autor classifica a dívida técnica em Imprudente/Prudente e Deliberado/Inadvertido. Tais definições permitem que a dívida seja classificada quanto ao fato de a organização tê-la assumido de forma intencional ou

não e, para ambas as situações, se ela pode ter sido considerada como fruto de uma ação consciente ou inconsciente.

	Imprudente	Prudente
Deliberado	"Não temos tempo pra resolver agora"	"Não vamos resolver agora e iremos arcar com as consequências"
Inadvertido	"O que estamos fazendo?"	"Agora nós sabemos como deveríamos ter feito"

Figura 2: Quadrante da Dívida Técnica (FOWLER, 2013)

De acordo com a definição de ALVES (2016a), na classificação Prudente/Deliberado a equipe está assumindo a dívida de forma consciente e tem plena noção da responsabilidade de pagá-la futuramente. Na classificação Prudente/Inadvertido, a equipe não está ciente de ter incorrido em dívida, mas ao perceber o ocorrido, se prontifica a pagá-la. Na classificação Imprudente/Deliberado, a equipe sabe que está incorrendo em dívida, porém não efetua as devidas providências para gerenciá-la. Já na classificação Imprudente/Inadvertido, a equipe além de não ter ciência de estar incorrendo em dívida, também não faz uso da experiência adquirida para se prevenir de consequências negativas no futuro. A utilização referencial do quadrante de FOWLER (2013) se faz fortemente presente durante a execução das etapas do método proposto nesta dissertação, principalmente durante a etapa de selecionar a solução adequada à dívida técnica, uma vez que é nesse momento onde a equipe deve tomar a decisão correta a qual poderá afetar o projeto como um todo.

Torna-se relevante elucidar alguns fatores que podem ser considerados como responsáveis diretos pela geração da dívida técnica ou por contribuírem para o seu aumento (TOM *et al.*, 2013), tais como:

- **Pragmatismo:** em algumas situações se faz necessário abdicar da aplicação de boas práticas em função das necessidades de negócio;

- **Priorização:** em função de tempo, orçamento ou restrições de recursos, os desenvolvedores e a equipe do projeto priorizam funções críticas em detrimento à qualidade geral;
- **Processos:** a dívida técnica é gerada tanto em função da má comunicação nos projetos quanto em processos mal estruturados;
- **Atitudes:** hesitar aplicar melhorias por medo de novos problemas serem gerados ou por aversão a riscos são atitudes que podem ser consideradas como negativas na tomada de decisões, propiciando a geração de dívidas técnicas;
- **Ignorância e Descuido:** a ignorância refere-se, por exemplo, à incapacidade de um desenvolvedor em escrever um código com qualidade enquanto o descuido refere-se à negligência ao impacto de possíveis mudanças que venham a acontecer.

Ainda de acordo com pesquisas realizadas (TOM *et al.*, 2013), a ocorrência da dívida técnica pode possuir quatro consequências principais:

- 1- **Impacto na Moral:** afeta psicologicamente a moral da equipe, uma vez que os desenvolvedores visualizam as consequências negativas dos problemas gerados em função dos trabalhos realizados;
- 2- **Impacto na Produtividade:** a não adoção de boas práticas de codificação pode gerar benefícios em curto prazo, como entregas imediatas ou cumprimento de metas e cronogramas. Porém, quando não pagas em tempo hábil, as dívidas podem gerar juros altos em relação à agilidade de desenvolvimento em longo prazo, além de problemas de refatoração e manutenção;
- 3- **Impacto na Qualidade:** impactos negativos podem ocorrer na qualidade do produto em função de defeitos e demais problemas de qualidade estrutural. São considerados como alguns dos atributos estruturais da qualidade afetados diretamente por decisões que introduzem a dívida técnica: extensibilidade, escalabilidade, manutenibilidade, adaptabilidade, desempenho e usabilidade;
- 4- **Impacto no Risco:** dívidas não identificadas previamente ou não previstas são de difícil controle, sendo também difícil de serem estimadas até mesmo por desenvolvedores experientes.

Em ambientes de desenvolvimento de software, a dívida técnica costuma ser gerenciada implicitamente. Porém, com o intuito de se evitar o pagamento de juros futuros e para aumentar a eficácia dos projetos, faz-se necessário realizar o gerenciamento da dívida de forma estruturada e explícita.

Alguns benefícios em função do gerenciamento eficaz da dívida técnica podem ser descritos (SEAMAN e ZAZWORKA, 2013), tais como:

- **Custos de Manutenção Reduzidos:** evita-se o pagamento de juros e manutenções desnecessários;
- **Aumento na Produtividade de Manutenção:** Priorização aperfeiçoada de tarefas e manutenção realizada sempre com código bem estruturado;
- **Evitar Surpresas:** Menos imprevistos acontecem e melhor estimativa de custos e riscos nos projetos.

A metáfora “dívida técnica” foi criada inicialmente para se referir a questões relacionadas ao código fonte. Porém, com o passar dos anos e com a evolução de estudos relacionados ao tema, o conceito de dívida técnica se estendeu a todas as fases do ciclo de vida do software, abrangendo desde a fase de requisitos até a de manutenção (BROWN *et al.*, 2010). A Figura 3 apresenta uma taxonomia dos tipos de dívida técnica identificados na literatura que podem ser considerados em projetos de software, considerando sua natureza como classificação.

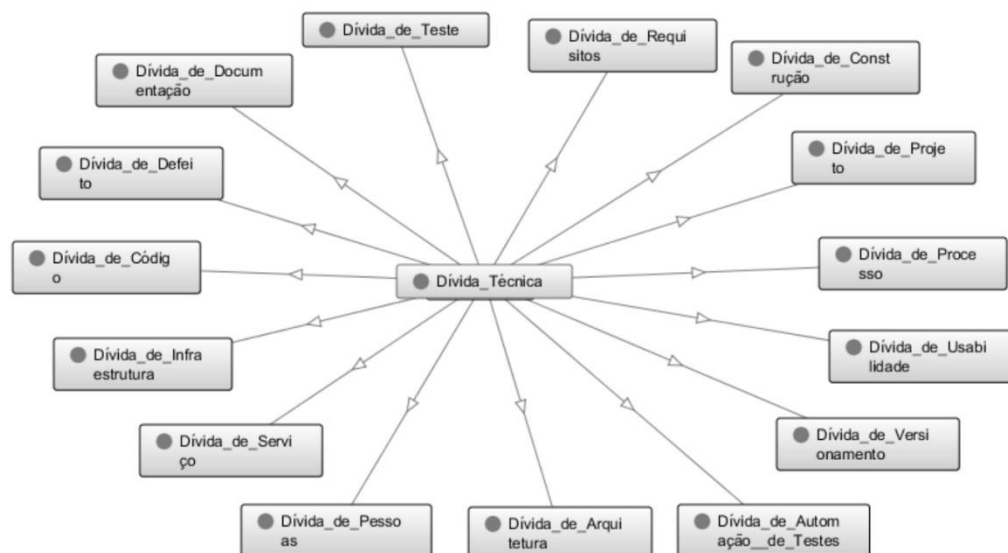


Figura 3: Taxonomia dos Tipos de Dívida Técnica (ALVES, 2016a)

Embora seja de grande relevância aprofundar-se sobre cada um dos tipos de dívida técnica, em função da riqueza de suas peculiaridades e da similaridade entre suas características, esta dissertação limita-se a abordar somente à dívida técnica de documentação.

2.3.2. Dívida Técnica de Documentação

Para que todas as atividades necessárias ao desenvolvimento do software possam ser realizadas com êxito, é necessário que sua documentação apresente qualidade. Todavia, alguns fatores podem favorecer a não realização de uma documentação adequada, tais como prazos de entregas curtos, imprecisão ou até mesmo a falta de conhecimento necessário para a manipulação de documentos (NUNES *et al.*, 2004).

Embora o entendimento sobre o conceito de dívida técnica de documentação ainda não seja algo bem definido entre profissionais da área de desenvolvimento de software, sendo por muitas vezes confundido com a dívida técnica de requisitos, SOARES *et al.* (2015) afirmam que o conceito de dívida técnica de documentação refere-se especificamente a problemas encontrados na documentação de projetos de software procurando-se por documentação inexistente, inadequada ou incompleta.

A documentação se faz presente e necessária em todas as fases do ciclo de vida do software (requisitos, design, construção, testes e manutenção). Porém, embora cada uma das fases tenha suas particularidades em relação às causas que levam à ocorrência de dívida técnica, suas possíveis consequências, as boas práticas de como evitar as dívidas e qual sua documentação pertinente, existem alguns fatores relativos à dívida técnica de documentação que são comuns a qualquer projeto. ALVES *et al.* (2016b) realizaram um mapeamento sistemático onde foram identificados na literatura, dentre vários outros elementos fundamentais, as principais causas que levam à ocorrência de DT e os indicadores para cada tipo de dívida. Dentre as causas identificadas em relação à DT de documentação, destacam-se: a falta de um padrão de documentação; alterações no desenvolvimento do projeto; desconhecimento do cliente das suas próprias necessidades; não priorizar atividades de documentação; necessidade de esperar a atualização do sistema para então tornar a documentação consistente com ele; programadores não gostam de documentar; preguiça; cliente não tem o compromisso de homologar os requisitos; esforço e prazo.

Em relação aos indicadores de DT de documentação, foram identificados: comentários insuficientes ou mal estruturados no código; falta de documentação; comentários (*hack*, *fixme*, *is problematic*) e problemas na documentação de forma geral (ALVES, 2016a).

2.3.3. Gerenciamento da Dívida Técnica

Incorrer em dívida técnica é algo inevitável a qualquer organização durante os processos de desenvolvimento de software, levando-se em consideração que assumir uma dívida também pode ser algo favorável ao aumento da produtividade ou até mesmo na agilidade para efetuar entregas (ALVES, 2016a). No entanto, a presença constante de dívidas pode trazer grandes riscos às organizações, uma vez que as equipes necessitam de um gerenciamento eficaz das dívidas para impedir que grandes danos possam vir a acontecer.

Com o intuito de garantir a produtividade em curto prazo e primando pela redução de esforços em versões futuras dos projetos, buscas por técnicas de gerenciamento da dívida técnica começaram a ser cada vez mais elaboradas (BROWN *et al.*, 2010). Dentre diversos autores e estudos existentes dedicados ao tema, SEAMAN e ZAZWORKA *et al.* (2013) definem que o gerenciamento da dívida técnica consiste, basicamente, na identificação, na estimativa e na tomada de decisão em relação às dívidas existentes em um projeto, conforme demonstrado na Figura 4. O gerenciamento também inclui processos, técnicas e ferramentas que podem ser aplicados em todo o ciclo de vida do software.

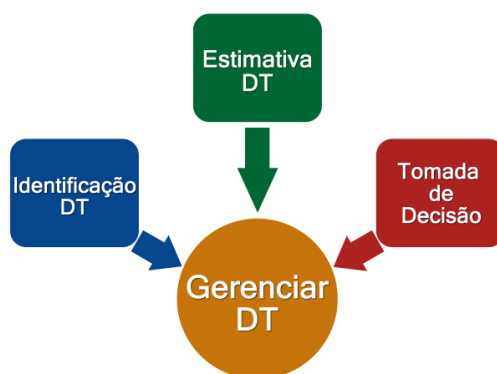


Figura 4: Estrutura Básica do Gerenciamento da Dívida Técnica (SEAMAN e ZAZWORKA *et al.*, 2013)

Embora a literatura sobre dívida técnica tenha identificado vários processos e ferramentas de apoio ao seu gerenciamento (LI *et al.*, 2015) e a realização de inúmeros workshops nos últimos anos também tenha reunido estudos relacionados ao tema (SEAMAN *et al.*, 2015), o gerenciamento da dívida técnica ainda é algo desafiador de se implementar na prática pelas organizações de produtos de software, uma vez que questões como a identificação, o quanto de dívida técnica um sistema pode possuir, quais suas causas e consequências ainda é algo de grande dificuldade tanto para gerentes quanto para desenvolvedores de software (LI *et al.*, 2015).

Em meio a várias abordagens identificadas na literatura, POWER (2013) apresenta, de forma objetiva, sete grandes desafios em torno do gerenciamento da dívida técnica:

- (1) A conscientização e a concordância sobre o significado de dívida técnica;
- (2) Mensurar a dívida técnica;
- (3) A percepção da existência da dívida em seus projetos;
- (4) Rastrear a dívida com o passar do tempo;
- (5) Avaliar o impacto ao se negligenciar a dívida técnica após várias entregas;
- (6) Identificar a dívida como sendo a causa raiz de defeitos; e
- (7) Compreender o custo dos atrasos do pagamento das dívidas.

Existem técnicas e estratégias que auxiliam os gestores na tomada de decisão em relação a como gerenciar a DT. Uma das formas seria gerenciar as mudanças na produtividade da construção do software durante o seu desenvolvimento (ALVES, 2016a), uma vez que os esforços necessários ao pagamento de “juros” gerados em função das dívidas adquiridas são maiores do que os esforços empreendidos à prevenção das dívidas. Porém, como mencionado anteriormente, as organizações também podem vir a incorrer em DT de forma não intencional. Entretanto, foram identificadas na literatura algumas práticas que auxiliam na prevenção de dívidas técnicas não intencionais (YLI *et al.*, 2016), tais como a implementação de padrões de codificação para o processo de desenvolvimento, quando desenvolvedores criam de forma coesa códigos similares, o que os tornam legíveis e modificáveis (GREEN e LEDGARD, 2011).

Em relação às estimativas ou mensuração da DT, considerando-se que as dívidas técnicas estão intimamente ligadas à qualidade do software, métricas de qualidade

podem ser utilizadas para mensurar a dívida. A dívida técnica também pode ser mensurada através do esforço empreendido para pagá-la, estimando-se o tempo e o esforço necessários para corrigir o possível problema (ALVES, 2016a).

Estratégias visando ao pagamento das dívidas técnicas vêm sendo discutidas com o passar dos anos e encontram-se presentes na literatura (BROWN *et al.*, 2010). Pode-se citar como exemplo a estratégia de focar no pagamento de itens centrais em primeiro lugar, ou seja, concentrar-se no pagamento de dívidas que podem causar grandes danos futuros (ALVES, 2016a). Por meio de um mapeamento sistemático realizado em 49 estudos primários, LI *et al.* (2015) definiu oito etapas cruciais para o gerenciamento da dívida técnica, sendo apresentadas a seguir suas características:

- (1) a identificação detecta a DT causada por decisões técnicas intencionais ou não intencionais em um sistema de software por meio de técnicas específicas, como análise de código estático;
- (2) a mensuração quantifica o benefício e o custo da DT conhecida em um sistema de software por meio de técnicas de estimativa ou estima o nível da DT geral em um sistema;
- (3) os níveis de priorização identificam a DT de acordo com certas regras predefinidas para apoiar a decisão de quais itens da DT devem ser pagos primeiro e quais itens podem ser tolerados até versões posteriores;
- (4) a prevenção visa prevenir a eventual ocorrência de DT;
- (5) o monitoramento observa as mudanças no custo e benefício da DT não resolvida ao longo do tempo;
- (6) o pagamento resolve ou mitiga a DT em um sistema de software por meio de técnicas como reengenharia e refatoração;
- (7) a representação/documentação fornece uma maneira de representar e codificar a DT de maneira uniforme, abordando as preocupações de determinadas partes interessadas; e
- (8) a comunicação torna a DT identificada visível para as partes interessadas, para que possa ser discutida e gerenciada mais adiante.

Embora o gerenciamento da DT seja de suma importância, antes mesmo que uma dívida possa ser gerenciada, é necessário que ela seja previamente identificada. Porém, a identificação da DT não é algo trivial, uma vez que a DT pode estar presente em diferentes artefatos de um produto de software (ZAZWORKA *et al.*, 2013).

Estratégias automatizadas podem ser utilizadas para auxiliar a identificação de dívidas técnicas, tais como a identificação de “*code smells*”. “*Code smells*” se referem a indícios de escolhas de design e implementação deficientes que pesam muito na qualidade do código-fonte produzido. (NUCCI et al., 2018).

Embora tais estratégias apontem para itens (principalmente relacionados ao código fonte) que necessitem de melhorias sob a visão de desenvolvedores, elas ainda não deixam claro se são capazes de identificar itens importantes para demais “stakeholders” (ALVES, 2016a). Nesse caso, práticas manuais de identificação de DT, embora mais demoradas, se mostram mais eficazes em relação à precisão na identificação de dívidas que não seriam possíveis de se identificar por técnicas automatizadas, como exemplo, problemas presentes em documentações de projetos e/ou produtos. As técnicas manuais de identificação de DT são fundamentais durante as primeiras etapas do método nesta dissertação.

Observa-se que, embora a utilização de algumas técnicas automatizadas seja especialmente relevante à identificação de DT em códigos fontes ou em arquiteturas de sistemas, torna-se necessário o envolvimento de pessoas no processo de identificação de outros tipos de dívidas técnicas existentes (ALVES, 2016a), principalmente em relação às dívidas técnicas de documentação.

2.4. Dívida Técnica de Documentação nas Fases do Ciclo de Vida do Software

De acordo com GOYAL *et al.* (2016), SHONGWE (2015) e SINGH e GAUTAM (2016), o ciclo de vida de um software engloba um conjunto processos e atividades que percorrem todas suas fases, desde a etapa de requisitos até a manutenção, conforme demonstrado na Figura 5.

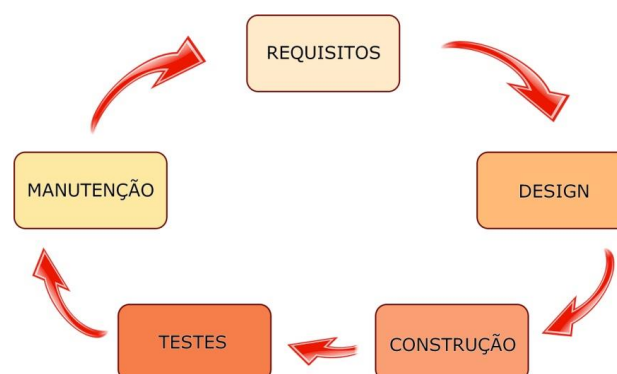


Figura 5: Fases do Ciclo de Vida do Software

GOYAL *et al.* (2016) reforçam ainda a ideia do ciclo de vida do software como um modelo conceitual utilizado no gerenciamento de projetos, no qual representa as fases empregadas no desenvolvimento de sistemas desde o estágio inicial de requisitos até sua manutenção. Abaixo estão apresentadas, de forma sucinta, as fases do ciclo de vida do software com suas respectivas características (SABRI e ALFIFI, 2017):

- **Fase de Requisitos:** De forma geral, a elicitação e a análise de requisitos são realizadas por profissionais da organização que possuem melhores habilidades e conhecimento específico nesta área da engenharia de software. Após serem identificados os requisitos do cliente, é produzido um artefato onde tais requisitos serão devidamente registrados, sendo possível definir, desta forma, metas, objetivos, cronogramas e estimar orçamentos para o projeto como um todo.
- **Fase de Design:** Baseia-se na análise do sistema onde serão definidos os componentes, os módulos, as interfaces e os dados para os desenvolvedores e engenheiros de software com o intuito de atender aos requisitos especificados para o sistema em questão.
- **Fase de Construção:** É nesta fase onde os desenvolvedores iniciam a escrita do código fonte, sempre de acordo com os requisitos definidos.
- **Fase de Testes:** A equipe do projeto e principalmente os testadores focam em identificar falhas ou vulnerabilidades no sistema.
- **Fase de Manutenção:** A manutenção de software é feita para referências futuras. O aprimoramento de software e novos requisitos (solicitações de alteração) podem demorar mais do que o tempo necessário para o desenvolvimento inicial do software.

Os ciclos de vida do software podem se comportar de formas diferenciadas (por exemplo, sequencial, incremental, iterativa ou evolutiva) e adotar modelos distintos, tais como o modelo Cascata, modelo em V, RAD, Espiral, etc. Porém, independente do modelo adotado, é de extrema importância que exista uma documentação adequada a cada uma das fases do ciclo de vida. Serão abordados nas subseções a seguir exemplos de documentações relativas a cada uma das fases assim como as causas que levam as organizações a incorrerem em dívida técnica de documentação, suas consequências e as boas práticas para evitá-las.

2.4.1. Requisitos

A documentação é produzida durante todo o ciclo de vida do software, mas principalmente durante o processo de especificação de requisitos (SOARES *et al.*, 2015). Esta fase do ciclo de vida do software consiste, basicamente, no levantamento e na análise dos requisitos. Tem como objetivo a compreensão do problema, dando aos desenvolvedores e usuários a mesma visão do que deve ser construído para resolução do problema, como também avaliar detalhadamente os dados levantados. A fase de requisitos pode ser considerada como uma das mais cruciais do ciclo de vida do software, uma vez que nove entre onze razões para o fracasso de um projeto estão relacionadas aos requisitos (VAN, 2008). Sob a ótica de requisitos, LI *et al.* (2015) caracterizam como documentação insuficiente, incompleta ou desatualizada os principais subtipos de dívida técnica de documentação, sendo descritos como:

- i) Requisitos insuficientes ou incompletos referem-se a partes de especificações (casos de uso, histórias de usuários, etc.) que são desenvolvidas com baixa qualidade ou que não descrevem de forma adequada o sistema a ser desenvolvido. Especificações de baixa qualidade perdem, pelo menos, uma (ou mais) das seguintes características: legibilidade, rastreabilidade, verificabilidade e consistência.
- ii) Requisitos desatualizados referem-se a casos nos quais as especificações foram desenvolvidas em um nível apropriado de qualidade (nas versões iniciais do sistema), porém não são atualizadas com novos requisitos ou com alterações realizadas em requisitos pré-existent.

Segundo CHARALAMPIDOU *et al.* (2018), a inconsistência na forma como múltiplos “stakeholders” gerenciam requisitos e o excesso de documentação irrelevante é um agravante para que as organizações venham a incorrer em dívida técnica. Dentre as várias dívidas de documentação relacionadas a requisitos, uma que pode ser considerada mais proeminente na prática é a falta de rastreabilidade dos requisitos em relação ao código fonte, causado pela ausência de conexão entre requisitos e partes implementadas do código. As tabelas abaixo apresentam uma compilação retirada da literatura de exemplos de causas que podem fazer com que as organizações venham a incorrer em dívida técnica de documentação (Tabela 1), possíveis consequências (Tabela 2), boas práticas para evitá-las (Tabela 3) e exemplos de documentação relativa à área de conhecimento de requisitos (Tabela 4).

Tabela 1: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Requisitos

Fonte	Causas
CHARALAMPIDOU <i>et al.</i> (2018)	- Ausência de um processo de documentação; - Informações difundidas em vários artefatos diferentes; - Utilização de artefatos para os quais é necessária a comunicação entre vários stakeholders; - Ausência de rastreabilidade do código; - Ausência de um padrão de artefatos a serem utilizados para registros; - Ausência de profissionais capacitados a documentar requisitos.
ALVES e GAVA (2018)	- Solicitações de alterações de requisitos não catalogadas; - Conhecimento tácito de informações de requisitos não registrado.

Tabela 2: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Requisitos

Fonte	Consequências
CHARALAMPIDOU <i>et al.</i> (2018)	- Dificuldade na produtividade de manutenção; - Perda de tempo para consultar inúmeras documentações; - Problemas na comunicação entre membros da equipe e suas variadas funções; - Comunicação truncada entre stakeholders; - Dificuldade de localizar onde cada funcionalidade foi implementada; - Aumento de esforço para manutenção de requisitos após alterações no código fonte; - Omissão na especificação de informações; - Despesas adicionais em função da falta de compreensão do código fonte comprometido.
ALVES e GAVA (2018)	- Comprometimento da qualidade do software; - Dificuldades no monitoramento do software.

Tabela 3: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Requisitos

Fonte	Boas Práticas
CHARALAMPIDOU <i>et al.</i> (2018)	- Criar um processo de especificação de requisitos; - Otimizar as informações em poucos documentos; - Documentar apenas o que for preciso para atender às necessidades atuais da organização; - Documentar a rastreabilidade entre requisitos e código fonte; - Adotar ferramentas tecnológicas para gerenciar a documentação; - Definir papéis e responsabilidades de acordo com a qualificação de cada profissional.
ALVES e GAVA (2018)	- Criação de códigos para favorecer a rastreabilidade dos requisitos; - Comunicar as dívidas identificadas, por exemplo, em WIKIs.

Tabela 4: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Requisitos

Fonte	Exemplos de Documentação
CHARALAMPIDOU <i>et al.</i> (2018)	- Documento de Especificação de Requisitos.
BOURQUE e FAIRLEY (2014)	- Diagramas de Caso de Uso; - Diagramas de Estado; - Documento de Definição de Sistema; - Especificação de Requisitos de Sistema; - Especificação de Requisitos de Software.

Os requisitos são a base fundamental para o desenvolvimento do produto de software, porém são considerados cruciais para a estruturação da fase de design.

2.4.2. Design

É nesta fase onde são definidas as estruturas para o funcionamento interno do sistema, atendendo diretamente aos requisitos do cliente. O design de software de um programa ou de um sistema de computação é a estrutura ou estruturas do sistema que compreendem elementos de software, as propriedades externamente visíveis desses elementos e as relações entre eles (SEI, 2010). De acordo com BOURQUE e FAIRLEY (2014), o *design* de software consiste, basicamente, em duas atividades que se encaixam entre a fase de requisitos e a construção do software: Arquitetura do software (design de alto nível): desenvolve a estrutura em alto nível e a organização geral do software, além de identificar seus vários componentes; *Design* do software: especifica cada componente com detalhes suficientes para facilitar a construção do software.

As organizações de software se esforçam continuamente para aprimorar sua eficiência em cada uma das fases do ciclo de vida do software, buscando otimização de tempo e recursos empregados em suas equipes de desenvolvimento. Para atingir este objetivo e entregar softwares de alta qualidade, é necessário que a arquitetura seja encarada como um fator fundamental, pois caso sua estruturação seja realizada de forma eficaz, é capaz de contribuir diretamente na redução de esforços de manutenção (BESKER *et al.*, 2016). VERDECCHIA *et al.* (2018) afirmam em seu trabalho que projetos de design mal estruturados podem potencialmente levar a introdução de problemas em muitas partes de um software.

Embora seja notória a importância da documentação na fase de design do software, MELO *et al.* (2016) constataram em seus trabalhos que a forma de documentação arquitetural varia muito entre empresas e profissionais. Cada empresa tem sua própria forma de documentar, tanto em relação ao formato de documentos quanto na notação utilizada. Em grande parte dos projetos, a documentação arquitetural é informal e, frequentemente, documentos escritos em linguagem natural são utilizados como forma de documentar a arquitetura.

Fazendo uma analogia à engenharia civil, para se construir uma casa é necessário saber exatamente todos os detalhes que o cliente deseja (requisitos) e, fundamentalmente, que seja criada uma planta baixa da casa que será construída

(arquitetura). Somente após ter em mãos todas as informações necessárias, a etapa de construção da casa em questão (implementação do software) poderá ser iniciada de forma prudente, correta e segura.

As tabelas a seguir apresentam uma compilação retirada da literatura de exemplos de causas que podem fazer com que as organizações venham a incorrer em dívida técnica de documentação (Tabela 5), suas consequências (Tabela 6), boas práticas para evitá-las (Tabela 7) e exemplos de documentação relativa à área de conhecimento de design (Tabela 8).

Tabela 5: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Design

Fonte	Causas
MELO <i>et al.</i> (2016)	- Baixa prioridade atribuída à atividade de documentação da arquitetura; - Ser considerada uma atividade de pouco valor e pouco atrativa por parte dos desenvolvedores; - Descrença de que a documentação pode trazer benefícios à arquitetura; - Considerar a arquitetura desnecessária em aplicações triviais, como em metodologias ágeis, em equipes pequenas ou em sistemas de código aberto; - O pouco tempo alocado para atividades de documentação da arquitetura no processo de desenvolvimento.
MARTINI e BOSCH (2015)	- Requisitos não funcionais não identificados; - Duplicação de código em várias partes do sistema; - Falta de uniformidade; - Desconhecimento sobre itens de dívida técnica.

Tabela 6: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Design

Fonte	Consequências
MARTINI e BOSCH (2015)	- Problemas de qualidade; - Empreendimento duplicado de esforços; - Confusão por parte da equipe de desenvolvimento; - Estimativa equivocada de empreendimento de esforços necessários.

Tabela 7: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Design

Fonte	Boas Práticas
MARTINI e BOSCH (2015)	- Consertar falhas; - Criar padrões para propagar melhor conhecimento entre os processos; - Identificar os itens de dívida técnica “escondidos”.
CLEMENTS <i>et al.</i> (2002)	- Escrever a documentação sob o ponto de vista do leitor; - Evitar repetições de documentação desnecessárias; - Evitar ambiguidades ao escrever notações; - Utilizar padrão de documentação; - Criar um histórico de registros; - Manter a documentação suficientemente atualizada; - Revisar documentação para adequação da finalidade.

Tabela 8: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Design

Fonte	Exemplos de Documentação
CLEMENTS <i>et al.</i> (2002)	- Informação de controle do documento; - Roteiro de documentação; - Visão geral do sistema; - Mapeamento entre vistas.
BOURQUE e FAIRLEY (2014)	- Modelos conceituais; - Diagrama de Classes; - Diagrama de Objetos; - Diagrama de Componentes; - Cartões de Colaboradores de Responsabilidade de Classes; - Diagrama de Implantação; - Diagrama de Relacionamento de Entidades; - Gráfico de estrutura; - Diagrama de Atividades; - Diagrama de Comunicação; - Diagrama de Fluxo de Dados; - Diagrama de Sequência; - Diagrama de Estado; - Diagrama de Estrutura de Dados; - Fluxogramas.

O Design busca compreender a organização e a estrutura do software como um todo, identificando seus principais componentes e a relação existente entre eles. Torna-se fundamental a documentação durante esta fase, tendo como uma de suas principais atribuições primar pela facilidade de comunicação entre as partes interessadas envolvidas no processo de desenvolvimento.

2.4.3. Construção

O termo construção de software refere-se à criação detalhada do software funcional por meio de uma combinação de codificação, verificação, teste de unidade, teste de integração e depuração (BOURQUE e FAIRLEY, 2014). Ainda de acordo com a visão de BOURQUE e FAIRLAY (2014), a fase de construção do software está mais fortemente ligada às fases de design e de testes. O processo de construção utiliza as saídas (outputs) do design e fornece as entradas para os testes. Os limites entre o design, a construção e os testes irão variar de acordo com o modelo de ciclo de vida do software definido pela organização.

A partir dos dados obtidos nas fases de requisitos e design, dá-se início efetivamente à construção do software, ou seja, torna-se possível a compilação e geração do código executável para o seu desenvolvimento. Uma parte expressiva do código-fonte presente nos sistemas de software consiste em comentários, tendo como finalidade documentar e ajudar os desenvolvedores a entenderem o código para

posteriores modificações ou reutilizações (STEIDL *et al.*, 2013). Os comentários são considerados como o segundo artefato documental mais utilizado para o entendimento do código, atrás apenas do próprio código (SOUZA *et al.*, 2005). Além disso, a documentação do código-fonte também é vital para a manutenção do software e constitui uma parte importante da documentação geral de um sistema. Em contraste com a documentação externa, os comentários no código-fonte são uma maneira conveniente para os desenvolvedores manterem a documentação e o código consistentemente atualizados (STEIDL *et al.*, 2013).

Embora seja evidente a importância da qualidade do software em todas as fases do seu ciclo de vida, o código fonte é a entrega final de um projeto de software e, portanto, a qualidade do software está intimamente ligada à sua fase de construção (BOURQUE e FAIRLEY, 2014). Porém, embora uma parte considerável dos desenvolvedores geralmente concorde com a importância da documentação do software, comentários em códigos são frequentemente negligenciados devido a fatores como prazos de entrega curtos e outras pressões de tempo durante o desenvolvimento (SOUZA *et al.*, 2005). Tais problemas encontrados em comentários do código-fonte também são conhecidos como “Self-Admitted Technical Debt” (SATD).

As tabelas a seguir apresentam uma compilação retirada da literatura de exemplos de causas que podem fazer com que as organizações venham a incorrer em dívida técnica de documentação (Tabela 9), suas consequências (Tabela 10), boas práticas para evitá-las (Tabela 11) e exemplos de documentação relativa à área de conhecimento de construção (Tabela 12).

Tabela 9: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Construção

Fonte	Causas
CARTIER (2018)	- Comentários redundantes, explicando algo óbvio no código; - Comentários ambíguos.
ZANETTE (2016)	- Comentários desatualizados, não condizem com a realidade do código; - Excesso de comentários no código.
NEITZKE (2011)	- Ausência de comentários padrão.

Tabela 10: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Construção

Fonte	Consequências
CARTIER (2018)	- Desestímulo à leitura de comentários; - Indução ao erro de codificação incorreta.
ZANETTE (2016)	- Passa um significado falso aos desenvolvedores, gerando desentendimento; - Causam “ruídos” no código, estimulando os desenvolvedores a ignorá-los.
NEITZKE (2011)	- Falta de informações necessárias aos desenvolvedores que trabalharão no mesmo código.

Tabela 11: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Construção

Fonte	Boas Práticas
CARTIER (2018)	- Comentar somente o necessário; - Utilizar o GIT para tal finalidade.
ZANETTE (2016)	- Revisar periodicamente o código e seus comentários; - Aperfeiçoar a forma de escrita dos comentários.
NEITZKE (2011)	- Colocar comentário no início do código indicando resumidamente o seu objetivo; - Ao criar um método, informar a sua finalidade; - Informar referências de variáveis.

Tabela 12: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Construção

Fonte	Exemplos de Documentação
CARTIER (2018), ZANETTE (2016), NEITZKE (2011)	- Comentários no código.
BOURQUE e FAIRLEY (2014)	- Plano de Implementação.

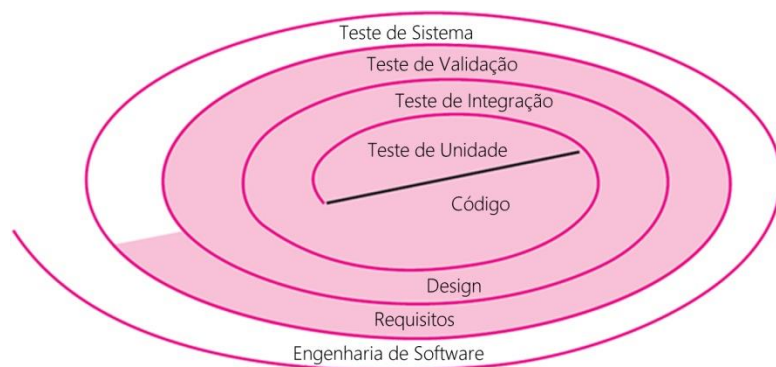
A construção do software deve refletir tanto a estrutura quanto o comportamento descrito no design, codificando de forma independente e, posteriormente, integrando todos os componentes arquiteturais. Os testes do software podem ser iniciados ainda na fase de construção, onde são depurados os erros utilizando técnicas e ferramentas específicas para esta finalidade.

2.4.4. Testes

Os testes de software consistem na verificação dinâmica de comportamentos esperados de um programa específico em um conjunto finito de casos de teste, selecionados convenientemente a partir do domínio de execução geralmente infinito (BOURQUE e FAIRLEY, 2014). Diversas atividades de testes são executadas nesta fase com a finalidade de se obter a validação do produto de software, primando pela sua qualidade. São testadas as funcionalidades de cada módulo, levando-se em consideração

as especificações previamente definidas. Ao final desta fase, os diversos módulos do sistema são integrados, resultando assim no produto de software.

Segundo PRESSMAN e MAXIM (2016), a estratégia para a realização de testes de software deve fornecer: um roteiro que descreve as etapas a serem conduzidas como parte do teste; quando essas etapas serão planejadas e realizadas; e quanto esforço, tempo e recursos serão necessários. Portanto, qualquer estratégia de testes deve incorporar: o planejamento de teste, um projeto de caso de teste, a execução dos testes, a coleta e a avaliação de dados resultantes. Uma estratégia de testes de software deve ser flexível o suficiente para promover uma abordagem de testes personalizada e ao mesmo tempo rígida o suficiente para encorajar um planejamento razoável e um acompanhamento de gerenciamento, à medida que o projeto avança. A Figura 6 apresenta a evolução das fases do ciclo de vida do software e seus respectivos testes.



**Figura 6: Fases do ciclo de vida do software e seus respectivos testes
(PRESSMAN e MAXIM, 2016)**

Assim como nas demais fases do ciclo de vida do software, ter um bom planejamento é fundamental para garantir o controle e as expectativas associadas a determinado empenho. Neste caso, o processo de teste. O Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE apresenta um conjunto de documentos para definição, planejamento, execução, formalização e análise dos resultados do processo de teste de software, facilitando assim a comunicação e promovendo um modelo de referência para o processo de teste de software (IEEE, 1998a). Tais documentos são apresentados a seguir com suas respectivas descrições (MIGUEL, 2012):

- **Plano de Testes:** Descreve o escopo dos testes a serem realizados, a abordagem e os recursos que serão utilizados como ferramenta de apoio.

- **Especificação do Projeto de Teste:** Especifica os detalhes da abordagem do teste e identifica as características a serem testadas, incluindo os aspectos funcionais e não funcionais relacionados com o sistema de software.
- **Especificação de Casos de Teste:** Define o conjunto de casos de teste a serem realizados.
- **Especificação de Procedimento de Teste:** Especifica os passos para a execução do caso de teste, ou seja, os passos utilizados para analisar os recursos do software e a avaliação de suas características.
- **Relatório de Status de Teste:** Identifica os testes realizados em um determinado caso de teste juntamente com o nome do responsável pela execução bem como os resultados obtidos.
- **Log de Teste:** Registra as informações e detalhes importantes sobre a execução dos testes. Estas informações são utilizadas para fins de auditoria e como insumo para melhoria de processo.
- **Relatório de Incidente de Testes:** Registra eventos ocorridos durante o processo de teste. É necessário para posterior avaliação e formalização de medidas corretivas a serem compartilhadas entre os membros da equipe.
- **Relatório Sumário dos Testes:** Sumariza os resultados coletados durante o processo de teste e provê avaliações baseadas nestes resultados.

As tabelas a seguir apresentam uma compilação retirada da literatura de exemplos de causas que podem fazer com que as organizações venham a incorrer em dívida técnica de documentação (Tabela 13), suas consequências (Tabela 14), boas práticas para evitá-las (Tabela 15) e exemplos de documentação relativa à área de conhecimento de testes (Tabela 16).

Tabela 13: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Testes

Fonte	Causas
PRESSMAN e MAXIM (2016)	- A documentação não descreve de forma precisa os modos de uso do software; - Inconsistência nas informações presentes na documentação das funcionalidades propostas.
MIGUEL (2012)	- Ausência de uma documentação de apoio à execução dos testes.

Tabela 14: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Testes

Fonte	Consequências
PRESSMAN e MAXIM (2016)	- Dificuldade por parte dos usuários em consultar a documentação de apoio para utilização do software; - Falta de credibilidade dos usuários em relação à documentação apresentada;
MIGUEL (2012)	- Imprecisão e ineficácia durante a execução dos testes.

Tabela 15: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Testes

Fonte	Boas Práticas
PRESSMAN e MAXIM (2016)	- Verificar a precisão das informações contidas na documentação em relação às funcionalidades do software.
MIGUEL (2012)	- Adoção de uma documentação padrão nos processos de testes.

Tabela 16: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Testes

Fonte	Exemplos de Documentação
PRESSMAN e MAXIM (2016)	- Manual de Usuário.
MIGUEL (2012), BOURQUE e FAIRLEY (2014)	- Plano de Testes; - Especificação do Projeto de Teste; - Especificação de Casos de Teste; - Especificação de Procedimento de Teste; - Relatório de Status de Teste; - Log de Testes; - Relatório de Incidente de Testes; - Relatório Sumário dos Testes.

A fase de testes é fundamental dentro do ciclo de vida do software, uma vez que a qualidade do produto depende diretamente das avaliações realizadas nos testes. As atividades presentes nessa etapa são cruciais para a implantação do software no ambiente de produção. Estando o software em funcionamento no ambiente de produção e totalmente disponibilizado aos usuários finais, torna-se primordial mantê-lo de forma consistente. Assim, ressalta-se a importância da fase seguinte do ciclo de vida do software, a manutenção.

2.4.5. Manutenção

O ciclo de vida de um software não termina logo após sua implantação. A intenção das organizações de software é que seus produtos se mantenham ativos por muito tempo e que sejam periodicamente atualizados, consequentemente gerando versões aprimoradas. Em meio a isso, SPÍNOLA (2011) conceitua a manutenção de software como sendo um processo de melhoria de um software já desenvolvido ou em desenvolvimento, caracterizando-se pela modificação do software já entregue ao cliente.

Em suma, a manutenção é qualquer alteração no software após sua entrada em produção (IEEE, 1998b).

Dentre os diferentes tipos de manutenção de software, três se destacam dos demais: manutenções “Adaptativas”, “Corretivas” e “Evolutivas” (PRESSMAN e MAXIM, 2016):

- **Adaptativas:** são alterações que visam adaptar o software a uma nova realidade ou novo ambiente externo, normalmente imposto. Referem-se a adequar o software ao seu ambiente externo.
- **Corretivas:** servem para eliminar as falhas encontradas em produção, visando corrigir defeitos de funcionalidade.
- **Evolutivas:** visam agregar novas funcionalidades e melhorias aos usuários que as solicitaram.

Para obter um resultado positivo na execução das atividades de manutenção, é necessário o cumprimento de algumas etapas. Primeiramente, deve-se avaliar a documentação e códigos existentes juntamente com a arquitetura do software, além da estrutura de dados e da interface. Em um segundo passo, devem-se identificar as modificações necessárias e avaliar seus impactos para posteriormente realizar as modificações e testá-las através da aplicação de testes (SPÍNOLA, 2011). O trabalho realizado por PADUELLI e SANCHES (2006) reforça também que a baixa qualidade da documentação dos sistemas, registros ineficientes de manutenções anteriores, assim como documentação insuficiente ou superficial são problemas que fazem parte da realidade das organizações de produtos de software.

Tanto em relação às fases anteriores do ciclo de vida do software quanto na fase de manutenção, a não resolução no presente de tais problemas de documentação pode gerar grandes danos à organização no futuro, evidenciando assim um quadro clássico de dívida técnica.

As tabelas a seguir apresentam uma compilação retirada da literatura de exemplos de causas que podem fazer com que as organizações venham a incorrer em dívida técnica de documentação (Tabela 17), suas consequências (Tabela 18), boas práticas para evitá-las (Tabela 19) e exemplos de documentação relativa à área de conhecimento de manutenção (Tabela 20).

Tabela 17: Possíveis Causas da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Manutenção

Fonte	Causas
PADUELLI e SANCHES (2006)	- Documentação de software insuficiente ou inexistente; - Baixa qualidade da documentação dos sistemas.
IEEE (1998b)	- Documentação da análise de manutenção inexistente ou incompleta; - Documentação da arquitetura de manutenção inexistente ou incompleta.

Tabela 18: Possíveis Consequências da Dívida Técnica de Documentação na Fase de Manutenção

Fonte	Consequências
PADUELLI e SANCHES (2006)	- Má interpretação das informações contidas nas documentações; - Dificuldade na manutenção do software.
IEEE (1998b)	- Ineficácia na realização dos procedimentos de análise da manutenção; - Ineficácia na realização dos procedimentos de arquitetura da manutenção.

Tabela 19: Boas Práticas para Evitar a Dívida Técnica de Documentação na Fase de Manutenção

Fonte	Boas Práticas
PADUELLI e SANCHES (2006)	- Gerar documentação de requisitos, arquitetura e comentários no código fonte; - Aprimorar a forma de registrar as informações nos documentos.
IEEE (1998b)	- Realizar a análise de viabilidade; - Redocumentar procedimentos, caso necessário; - Criar casos de teste; - Revisar requisitos e implementação.

Tabela 20: Exemplos de Documentação Relativa à Área de Conhecimento de Manutenção

Fonte	Exemplos de Documentação
IEEE (1998b)	- Relatório de viabilidade; - Lista preliminar de modificações; - Plano de implementação.
BOURQUE e FAIRLEY (2014)	- Plano de Manutenção; - Plano de Migração.

Uma vez no ambiente de operação, os defeitos do software são descobertos, os ambientes operacionais são alterados e novos requisitos do usuário podem vir a surgir. Desta forma, a manutenção de software visa sustentar o produto de software durante todo o seu ciclo de vida, realizando as devidas modificações enquanto preserva sua integridade (BOURQUE e FAIRLEY, 2014).

2.5. Métodos de Gerenciamento da Dívida Técnica

Grande parte dos trabalhos sobre o gerenciamento da dívida técnica aborda apenas algumas das várias atividades voltadas para esta finalidade (LI *et al.*, 2015).

Alguns métodos e ferramentas desenvolvidos para apoiar o gerenciamento da dívida técnica mantêm o foco apenas em algumas atividades específicas, tais como identificar e medir a dívida, não abordando proporcionalmente outras atividades como comunicação e priorização (YLI *et al.*, 2016). Em seu trabalho, YLI *et al.* (2016) evidenciam a necessidade da realização de estudos que foquem no gerenciamento da dívida técnica de forma abrangente e sob o ponto de vista das organizações de software.

O mapeamento sistemático realizado por LI *et al.* (2015) identificou um número significativo de modelos, métodos, práticas e ferramentas focadas em atividades específicas. Porém, em nenhum deles foi possível identificar algum trabalho que abordasse todos os problemas presentes no gerenciamento da dívida técnica. Portanto, considera-se de suma importância a criação de métodos ou ferramentas, tanto por parte de pesquisadores quanto de profissionais da área de software, que sejam capazes de condensar o maior número possível de atividades que atendam aos aspectos do gerenciamento da dívida técnica (YLI *et al.*, 2016).

Levando-se em consideração as questões supracitadas, este trabalho tem como um de seus focos a realização de um estudo comparativo, onde busca evidenciar as principais atividades presentes nos demais métodos identificados na literatura e agregá-las às etapas que compõem o método proposto nesta dissertação.

2.5.1. Métodos Identificados na Literatura

Tendo como referência o domínio das finanças, o trabalho de GUO e SEAMAN (2011) propõe uma abordagem de portfólio para apoiar as organizações de software e seus gerentes na tomada de decisão sobre o gerenciamento da dívida técnica, colaborando na escolha de itens da dívida que devem ser evitados ou, de forma intencional, assumidos. Os autores reforçam a ideia de que incorrer em dívida técnica pode ser visto como algo positivo, ou seja, pode ser encarado como uma forma de investimento para a organização.

A pesquisa busca desenvolver e validar medições e mecanismos para o gerenciamento da dívida técnica, propondo inicialmente um “framework”. O “framework” é projetado para ser flexível, de forma que possam ser incorporadas novas ideias, abordagens e resultados provenientes da própria pesquisa e de demais pesquisas da área de software. A componente central da abordagem proposta é uma “lista de dívida técnica”, onde estão presentes itens de dívida técnica. Cada item representa uma

tarefa incompleta e com potencial de gerar problemas no futuro. O “framework” proposto pelo autor é composto por atividades como: identificação da dívida técnica, mensuração (utilizando a métrica de pessoa/dia), estimativas de esforço para sanar a dívida, realização de análise de custo/benefício para a resolução da dívida e seleção da melhor solução a ser aplicada. Somente após a realização completa da mensuração da dívida a abordagem de portfólio será efetivamente realizada.

LI *et al.* (2015) realizaram um mapeamento sistemático para identificar e analisar pesquisas sobre dívida técnica e seu gerenciamento, cobrindo publicações entre 1992 e 2013. Teve como objetivo principal coletar estudos sobre o tema, efetuando simultaneamente uma classificação e análise temática destes estudos a fim de obter uma compreensão abrangente do conceito de dívida técnica e um panorama de pesquisas sobre gerenciamento da dívida técnica em seu estado atual. Como resultado, foram selecionados 94 estudos. As dívidas técnicas foram classificadas em 10 tipos distintos. Foram identificadas 8 atividades de gerenciamento da dívida técnica e 29 ferramentas de apoio foram coletadas. Dentre as nove questões de pesquisa definidas pelo autor, duas delas podem ser consideradas de extrema relevância e contribuição a esta dissertação: “Quais são as diferentes atividades do gerenciamento da dívida técnica?” e “Quais abordagens são usadas em cada atividade do gerenciamento da dívida técnica?”. Em resposta à primeira questão de pesquisa, busca-se o entendimento de quais atividades são realizadas no gerenciamento da dívida técnica e quais delas são mais utilizadas e discutidas. Em resposta à segunda questão, busca-se obter um panorama das abordagens propostas, desenvolvidas e empregadas nas diferentes atividades presentes no gerenciamento da dívida técnica.

Levando-se em consideração as questões de dívidas técnicas em que as organizações de software se veem obrigadas a enfrentar constantemente, SANDBERG *et al.* (2015) definiram como sua questão de pesquisa: “Como podemos usar as métricas de software para gerenciar proativamente a dívida técnica em uma grande organização de desenvolvimento de software?”. Os autores realizaram um estudo de caso em uma empresa onde foram relatados os resultados sobre o uso de métricas de software para evoluir ao gerenciamento proativo da dívida técnica. Ao longo dos oito anos de desenvolvimento de dois produtos desta empresa, o estudo demonstrou que existem quatro diferentes fases de maturidade em relação ao gerenciamento da qualidade: o gerenciamento de qualidade “Start-n-stop”, “Reativo”, “Sistemático” e “Proativo”,

sendo esta última a fase onde toda organização almeja atingir. As quatro fases foram identificadas pelo autor mediante análise iterativa de documentos da empresa, da observação direta e da revisão da literatura.

Na fase do gerenciamento de qualidade “Start-n-stop”, a organização tem como foco o desenvolvimento de funcionalidades, atuando somente sobre os defeitos encontrados quando a qualidade do software se torna crítica. A dívida técnica não é gerenciada nesta fase e se mantém “escondida” até o momento em que a organização se vê na obrigação de reagir imediatamente sobre o problema, ou seja, a organização precisa parar (n-stop) o desenvolvimento de novas funcionalidades para focar na redução de problemas. Nesta fase, em função da dívida técnica ainda se manter “escondida” para a organização, apenas seus sintomas são gerenciados.

Uma vez que a organização reconhece a necessidade de realizar melhorias, começa a busca por métodos para ajudar diminuir o número de defeitos. Sendo assim, é na fase do gerenciamento de qualidade “Reativo” em que a organização começa a agir reativamente para implementar melhorias. Esforços são empregados para o refatoramento de códigos incorretos e no redesenho de interfaces. Nesta fase, a organização ainda possui pouco conhecimento sobre dívida técnica (embora comecem os esforços para compreendê-la), porém há uma percepção difundida de que os defeitos encontrados são apenas sintomas de algo maior.

Na fase do gerenciamento de qualidade “Sistemático”, a organização começa a compreender a necessidade de gerenciar a dívida técnica e estabelece sistemas de mensuração da dívida e ferramentas de visualização. O foco principal é encontrar novos meios para visualizar os aspectos invisíveis (dívidas técnicas) do produto e gerenciá-los de forma eficaz. A organização deve empreender esforços para definir novas métricas para mensurar tais problemas, a fim de resolvê-los antes que eles ocorram. Nesta fase, a dívida técnica já é compreendida pela organização.

Na fase do gerenciamento da qualidade “Proativo”, a organização possui experiência para identificar quais aspectos da dívida técnica podem ser continuamente monitorados. A organização deverá possuir um sistema de métricas estabelecido para entender e gerenciar a dívida técnica e deverá concentrar a parte principal de sua capacidade no desenvolvimento de recursos. Nesta fase, a dívida técnica é completamente compreendida e gerenciada. O foco deve ser direcionado para o

crescimento de recursos e as métricas são usadas para manter automaticamente a dívida técnica sob controle.

2.5.2. Comparação Entre os Métodos Identificados

Esta dissertação busca analisar comparativamente abordagens distintas em métodos de gerenciamento da dívida técnica identificados na literatura, apresentando características em comum entre suas etapas e suas respectivas atividades. Para melhor entender a relação entre os métodos e suas atividades, o resultado da análise comparativa é apresentado na Tabela 21.

Tabela 21: Estudo Comparativo entre Métodos Identificados na Literatura

Atividades/Trabalhos	(LI 2015)	(GUO 2011)	(SANDBERG <i>et al.</i> 2015)
Identificação	x	x	x
Mensuração	x	x	x
Priorização	x	x	x
Prevenção	x	x	x
Monitoramento	x		x
Pagamento (solução)	x	x	x
Documentação	x	x	
Comunicação	x		

Os trabalhos utilizados nesta análise comparativa foram selecionados pelo fato de apresentarem de forma sistemática a estrutura de seus métodos. Considerou-se também o fato de possuírem etapas e atividades que contemplam todo o processo de gerenciamento da dívida técnica. Os trabalhos selecionados possuem, praticamente, todas as características relatadas nos demais métodos identificados na literatura.

O resultado da comparação demonstra a necessidade de algumas atividades do gerenciamento da dívida técnica (Identificação, Mensuração, Priorização, Prevenção, Monitoramento, Pagamento e Documentação) estarem presentes. Porém, a comunicação tanto entre os membros da equipe de desenvolvimento quanto entre os demais stakeholders da organização também é de grande importância para o gerenciamento eficaz da dívida técnica, uma vez que as partes interessadas realizam atividades durante o gerenciamento e são diretamente afetadas por suas consequências (LI *et al.*, 2015).

2.6. Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma revisão da literatura sobre dívida técnica, suas características, tipos e definições, além das particularidades das fases do ciclo de vida do software. Foi ressaltada a importância da criação de métodos ou ferramentas que possam apoiar as organizações de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas. Neste capítulo, também foram apresentados trabalhos relacionados ao tema desta dissertação, suas respectivas propostas de método, e atividades voltadas ao gerenciamento da dívida técnica. Uma análise comparativa foi realizada com o intuito de avaliar demais métodos encontrados na literatura e identificar quais suas principais características. O resultado deste estudo é a estruturação das etapas e atividades que compõem o método proposto nesta dissertação (DOTED).

Os dados apresentados nas tabelas da Seção 2.4 foram utilizados para alimentar o Guia DOTED. A proposta de um modelo para o Guia DOTED pode ser visualizada no Apêndice I. Tem-se como intuito que tais dados sejam disponibilizados às equipes de desenvolvimento de software para que possam ser consultados durante a execução do método, apoiando assim as equipes no gerenciamento da dívida técnica de documentação. Os dados presentes no Guia DOTED devem servir como referência inicial para apoiar as organizações em suas tomadas de decisão. Em função do uso constante do método e, consequentemente, com a experiência adquirida pelas organizações, o conteúdo do guia deverá ser complementado e enriquecido pela própria organização, ou seja, ela deverá alimentá-lo com novos dados absorvidos no decorrer de sua utilização.

As etapas e as atividades que compõem o método proposto nesta dissertação são estruturadas com base na análise comparativa realizada entre os métodos pesquisados e identificados na literatura. O objetivo da análise é justamente identificar similaridades entre as atividades presentes nos métodos. As atividades são agrupadas de acordo com suas características e funcionalidades e são correlacionadas às etapas do DOTED.

3. ESTUDO QUALITATIVO SOBRE DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO

3.1. Introdução

Considerando-se que a documentação é fundamental em qualquer processo de desenvolvimento de software (ZHI *et al.*, 2015), foi realizado para este trabalho um estudo qualitativo buscando identificar as causas que levam a incorrer em dívida técnica de documentação, suas possíveis consequências, boas práticas de como evitá-la e exemplos de documentação relacionada às fases do ciclo de vida do software. A coleta dos dados para este estudo foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com diferentes perfis profissionais da área de desenvolvimento de uma grande organização brasileira de saúde pública. Organizações públicas, em geral, possuem características comuns em relação a sua cultura organizacional, sua realidade de trabalho e no tocante às ações gerenciais e estratégicas (BRODBECK *et al.*, 2016). Observadas tais características e considerando-se que projetos são criados em grande escala na organização objeto deste estudo, considera-se de extrema relevância investigar como a dívida técnica de documentação se manifesta em seus processos de desenvolvimento.

Com o intuito de obter uma visão abrangente de todas as fases do desenvolvimento, foram entrevistados profissionais de quatro perfis distintos. Cada perfil profissional possui uma visão específica sobre a documentação durante todo o processo de desenvolvimento. Foi utilizada “Análise Temática” (BRAUN e CLARKE, 2013) para analisar os dados transcritos das entrevistas. Os profissionais entrevistados relataram os problemas encontrados a respeito da documentação em seus projetos de desenvolvimento e como lidam com tais questões em sua realidade de trabalho. De acordo com os dados obtidos no contexto deste estudo, foram identificadas 35 possíveis causas de dívida técnica de documentação, 20 consequências, 16 boas práticas e 19 exemplos de documentação relatados pelos entrevistados.

Além dessa introdução, este capítulo apresenta a fundamentação teórica; o planejamento do estudo, sua execução, os resultados obtidos e a compilação dos

resultados; a discussão do estudo, suas limitações e ameaças à validade; e suas considerações finais.

3.2. Planejamento do Estudo e Execução

Nesta seção, será apresentado o planejamento do estudo (Seção 3.2.1); sua execução (Seção 3.2.2); os principais resultados (Seção 3.2.3); e a compilação dos dados obtidos (Seção 3.2.4).

3.2.1. Planejamento do Estudo

A partir do paradigma GQM (BASILI *et al.*, 1994), o objetivo deste estudo pode ser definido como:

Analisar o uso de documentação no desenvolvimento de software

Com o propósito de caracterizar causas, consequências e boas práticas

Em relação à dívida técnica de documentação

Do ponto de vista das equipes de desenvolvimento de software

No contexto de uma organização que desenvolve produtos de software

Alinhada a este objetivo, foram definidas as seguintes questões de pesquisa principal (QP) e secundárias (QS):

QP: Como a dívida técnica de documentação se manifesta em uma organização que desenvolve produtos de software?

QS1: Que causas e consequências associadas com a dívida técnica de documentação são percebidas na organização?

QS2: Que boas práticas para tratamento de dívida técnica de documentação são percebidas na organização?

QS3: Que documentação a organização adota em seus projetos de desenvolvimento?

Para a coleta de dados foram criadas cinco perguntas abertas. As três primeiras endereçam a caracterização do processo de desenvolvimento da organização: (P1) “A organização adota alguma metodologia de gestão de projetos (tradicional/ágil)? Caso sim, qual?”; (P2) “A organização tem processos definidos para o desenvolvimento de

software? Como são realizados?"; (P3) "Como é realizado o processo de documentação na organização e como são elaborados os documentos para cada fase do ciclo de vida do software?". O objetivo da quarta pergunta é caracterizar os problemas encontrados na execução dos processos na organização: (P4) "Os envolvidos no processo de desenvolvimento de software têm ciência dos problemas que podem ser gerados por não adotar uma documentação adequada? Caso sim, você poderia citar algumas possíveis causas e suas consequências?". A última pergunta tem como objetivo identificar exemplos de documentação preconizada pela organização ou utilizada na prática pelas equipes de desenvolvimento: (P5) "A organização adota algum tipo de documentação que apoie as equipes de desenvolvimento no gerenciamento de seus processos de trabalho e em todas as fases do ciclo de vida do software? Caso sim, qual?". Todas as perguntas auxiliaram a responder as questões de pesquisa, apesar da menção explícita de causas e consequências na quarta pergunta e não ser mencionado nelas as boas práticas.

A análise dos dados consistiu da transcrição das entrevistas e posterior aprovação dos participantes. O conteúdo das transcrições foi codificado usando procedimentos de Análise Temática, que consiste na identificação, análise e descrição de padrões ou temas que permitem apresentar e organizar os dados de forma sintetizada e consistente (BRAUN e CLARKE, 2013).

Os participantes deste estudo foram quatro profissionais da área de desenvolvimento de software que atuam nos seguintes papéis: Gerente, Analista, Desenvolvedor e Testador. A seleção dos participantes considerou suas experiências e visões profissionais sobre os problemas de documentação enfrentados em suas realidades de trabalho. Um dos pesquisadores deste estudo trabalha na mesma organização dos participantes, porém em uma unidade distinta. No dia da realização das entrevistas, foi apresentada aos entrevistados, de maneira formal e detalhada, a proposta do estudo e todo o procedimento a ser realizado. Os participantes também disseram que poderiam ser contatados novamente para possíveis estudos futuros.

A compreensão do contexto no qual os dados são coletados é fundamental para a realização da interpretação e análise eficazes em qualquer estudo empírico (DYBA *et al.*, 2012). Baseando-se nesta premissa, a seguir serão apresentados os detalhes sobre os participantes do estudo e da organização em que trabalham.

A Organização A é mundialmente reconhecida por sua atuação na área de saúde pública. Sua estrutura organizacional é dividida em unidades, vice-presidências, coordenações, setores e áreas. Embora algumas de suas unidades possuam setores próprios de desenvolvimento de software, a organização possui uma coordenação geral de tecnologia da informação e comunicação responsável pelos projetos de sua unidade e de várias outras. Esta coordenação criou uma metodologia própria de desenvolvimento de software com o intuito de padronizar a forma como as equipes de desenvolvimento devem gerenciar seus projetos e como suas respectivas documentações devem ser produzidas. O estudo foi realizado com profissionais alocados na presidência da organização e que estão sob a gerência da coordenação geral de TI. Foi utilizado como referência pelos participantes um produto específico, desenvolvido pelas equipes de desenvolvimento da coordenação. Este produto consiste em um sistema de gestão acadêmica, responsável pelo gerenciamento de todas as unidades de ensino da organização.

A Participante #1 trabalha há 7 anos na organização como analista de requisitos, paralelamente apoiando os demais analistas de sistemas nos projetos de sua equipe. O Participante #2 trabalha há 2 anos na organização como desenvolvedor, tendo também como experiência trabalhos realizados em projetos de outra unidade da organização. O Participante #3 trabalha há 1 ano na organização como analista de requisitos, porém atualmente exerce a função de testador. O Participante #4 trabalha há 14 anos na organização, tendo iniciado como desenvolvedor e atualmente exerce a função de gerente de sistemas de sua coordenação. Os participantes #1, #2 e #3 estão sob a gerência do Participante #4. A Tabela 22 apresenta uma visão geral dos participantes do estudo.

Tabela 22: Visão Geral dos Participantes do Estudo

Participante	Função	Setor/Área/Serviço
#1	Analista de Requisitos	Requisitos
#2	Desenvolvedor	Requisitos
#3	Testador	Requisitos
#4	Gerente de Sistemas	Sistemas

3.2.2. Execução do Estudo: Coleta de Dados e Procedimentos de Análise

A coleta de dados deste estudo foi feita por meio de entrevistas semiestruturadas, com perguntas abertas e dando autonomia aos entrevistados para falarem abertamente sobre sua realidade de trabalho. Foi recomendado aos participantes que ficassem

totalmente à vontade para falar sobre os processos de trabalho e de todos os problemas encontrados em relação à documentação.

Os participantes permitiram que as entrevistas fossem gravadas e assinaram um Termo de Consentimento e Participação em Pesquisa. No entanto, por motivos de confidencialidade, os nomes da organização e dos entrevistados foram omitidos. O Termo pode ser visualizado no Apêndice II.

Cada participante foi entrevistado individualmente e as entrevistas duraram, respectivamente, 27, 37, 26 e 35 minutos. A estimativa de tempo das entrevistas foi previamente estabelecida pelos pesquisadores deste estudo, considerando como 30 minutos uma duração razoável. Foram utilizadas as quatro perguntas para conduzir as entrevistas, conforme mencionado na Seção 3.2.1. O pesquisador entrevistou os participantes e complementou as perguntas com breves comentários para adaptá-las as suas realidades de trabalho.

Os procedimentos de análise foram iniciados com a identificação de trechos das transcrições contendo indícios de causas, consequências, boas práticas e exemplos de documentação relativos à dívida técnica de documentação. Tais trechos eram ressaltados no texto, interpretados e devidamente codificados de acordo com o padrão alfanumérico predefinido, composto por uma sigla e um número sequencial. Para as causas identificadas, utilizou-se a sigla CA. Para as consequências, CO e para boas práticas, BP. Por exemplo: CA01, CO04 e BP02. No relato dos resultados na Seção 3.3, sempre que pertinente, são indicados os códigos gerados associados. A lista de códigos consolidada pode ser vista na Seção 3.2.4.

Após a identificação, interpretação e codificação dos dados, deu-se início à etapa de organização. Cada causa, consequência, boa prática e exemplo de documentação identificado nos trechos da transcrição foi devidamente agrupado em temas. A seguir, será apresentado um trecho presente na transcrição do Participante #3 para exemplificar a realização da análise temática: “A gente partiu para os testes, tentando acelerar todo o processo (CA05: Falta de tempo para documentar). E com isso a documentação ficou muito deficitária, porque na metodologia ágil a gente tem a utilização do Kanban, a utilização dos processos bem rápidos, né? (CA18: Priorização de entregas em detrimento à documentação) E na tradicional você deveria ficar atualizando seus documentos (BP01: Atualizar regularmente os artefatos utilizados durante todo o ciclo

de vida do software). Você também teria toda a parte de testes, todos os procedimentos corretos, que eu adoto e gosto bastante (BP09: Definir processos e padrões de documentação), que seriam os cenários, os casos de testes. Seguindo todo esse padrão aí, isso é muito importante para o sistema, porque você consegue acompanhar o histórico (BP09)”. No exemplo, os trechos sublinhados deram origem aos códigos entre parêntesis.

A codificação foi feita pelo pesquisador principal deste estudo. O segundo pesquisador revisou todas as citações, códigos e temas. Foi solicitado aos participantes que validassem os resultados obtidos.

3.2.3. Resultados do Estudo

A Organização A possui uma metodologia de desenvolvimento de software própria (MDS) que descreve o processo de desenvolvimento a ser utilizado ao longo das fases do ciclo de vida do software e toda documentação que deve ser gerada. Ao serem perguntados sobre qual metodologia adotam (P1 da entrevista), todos os participantes confirmaram usar tanto métodos tradicionais quanto métodos ágeis. Foi relatada pelos participantes a situação de um projeto específico que sofreu três mudanças consecutivas de gestão durante sua execução, alternando de metodologia entre cada mudança. Essas mudanças consecutivas de gestão foram caracterizadas como uma das possíveis causas de dívida técnica de documentação, codificada como: “CA20: Mudança de estágio durante o andamento dos projetos”. Em resposta à P2, os Participantes #1, #2 e #3 foram enfáticos ao dizer que não possuíam processos bem definidos (CA02). Complementando com as respostas à P3, a Participante #1 afirmou que o processo de documentação, assim como toda a documentação necessária a ser adotada nos projetos, está definido na MDS (BP09). No entanto, os Participantes #2 e #3 relataram que embora os processos existam em teoria, na prática eles não são executados. Mencionaram que a prática de documentar fica, usualmente, a critério da iniciativa pessoal dos profissionais (BP08). Esta afirmação foi corroborada pela Participante #1, ao mencionar que a documentação dos projetos é feita de forma colaborativa entre os membros da equipe (BP04). Outra causa de dívida técnica mencionada pelos Participantes #1, #3 e #4 foi a documentação desatualizada (CA04). O Participante #4 relatou que os problemas de documentação desatualizada poderiam ser mitigados caso os processos fossem respeitados ou até mesmo reestruturados (BP09).

A falta de tempo (CA05) foi umas das causas cruciais relatadas por todos os participantes, sendo considerada a responsável por grande parte dos problemas enfrentados pelas equipes. Foram citadas como algumas das consequências da falta de tempo: não realização de testes (CO02), validação de requisitos não realizada (CO18), dentre outras. Os Participantes #1, #2 e #3 relataram que o processo de documentação das equipes é feito, basicamente, por meio de informações inseridas em protótipos de telas, considerados como a principal documentação de requisitos dos projetos e utilizado por todos os membros das equipes. A Participante #1 alegou que o fato de usarem apenas o protótipo se justifica pela facilidade na comunicação entre a equipe e o cliente, embora o Participante #2 tenha exposto que as informações contidas no protótipo são mal organizadas (CA17), dificultando assim sua utilização (CO10). Os problemas relacionados a este artefato são reforçados pelo Participante #4 ao relatar que mesmo sendo os protótipos parte da documentação definida na MDS, a forma como são utilizados na prática pelas equipes não é preconizada pela organização (CA21). O Participante #4 ressaltou que a MDS preconiza ações de inspeção em sua documentação (BP12), embora não seja uma prática frequente entre as equipes. O Participante #4 também relatou que para viabilizar o andamento dos projetos, por vezes se faz necessário decidir quais documentações serão produzidas, ou seja, quais artefatos serão considerados prioritários ao projeto (BP10). O Participante #3 mencionou que o conhecimento tácito não é registrado em documentos (CA12), logo se torna impraticável passá-lo adiante.

Em resposta à P4, os participantes do estudo foram unânimes ao afirmar que todos os membros da equipe tinham ciência de tais problemas em seus projetos. O Participante #2 disse que embora os profissionais tenham ciência dos problemas, existe certa negligência individual ao não tentar resolvê-los (CA16). O Participante #3 reforça esta afirmação ao mencionar o fato de os clientes serem afetados diretamente pelo registro inadequado dos requisitos e pela documentação precária dos projetos (CO01). O Participante #2 mencionou que a documentação inexistente (CA03) ou inadequada (CA06) é responsável pela ineficácia na solução de problemas e pelo baixo desempenho das equipes (CO13). O Participante #4 relatou que a fase de manutenção é uma das que mais sofre em função da má qualidade da documentação (CO06), ressaltando que esta situação se torna mais crítica quando relacionada a sistemas legados (CA33).

Dentre os perfis definidos, o de gerente forneceu mais dados sobre boas práticas de que podem ser adotadas para minimizar problemas de documentação, devido à sua visão abrangente da metodologia e o foco no sucesso dos projetos. Por exemplo, após sua análise dos resultados, afirmou que caso a BP07 (Gerar toda a documentação necessária no início do projeto para evitar o desperdício de esforços futuros) fosse efetivamente aplicada, traria resultados positivos principalmente nas fases de Construção e de Testes. O foco do analista foi na execução dos processos, pois lida diariamente com o gerenciamento da documentação e seus problemas. Os perfis de desenvolvedor e testador trouxeram elementos referentes a questões pontuais que enfrentam em suas funções como também contribuíram para a identificação de várias causas e consequências relacionadas à dívida técnica de documentação.

Quando perguntados sobre que tipo documentação adotam em seus projetos de desenvolvimento (P5 da entrevista), os participantes mencionaram alguns exemplos que utilizam em suas realidades de trabalho ou que deveriam utilizar, segundo o que preconiza a MDS. A lista completa com a documentação relatada pelos entrevistados pode ser vista na seção seguinte.

3.2.4. Compilação dos Dados Obtidos

Após terem sido analisados os resultados apresentados na seção anterior, foram criadas as relações entre os dados obtidos, as fases do ciclo de vida do software ou sua área de conhecimento. Os elementos identificados foram codificados e agrupados em temas. Como resultado da análise, foram identificadas 35 possíveis causas de dívida técnica de documentação, 20 consequências, 16 boas práticas utilizadas pela organização avaliada e 19 exemplos de documentação.

Não foi considerado como objetivo deste estudo identificar as causas-raiz das causas relatadas, mas algumas podem ter origem comum. Por exemplo, as causas CA01, CA03, CA04, CA06, CA13, CA17, CA21, CA22 e CA35 estão associadas a questões estruturais dos artefatos. Já as causas CA08, CA11, CA12, CA15, CA16, CA19, CA23 e CA34 podem ser decorrentes de questões relacionadas a recursos humanos. No entanto, nenhuma investigação mais efetiva foi feita pelos autores, por fugir do escopo deste trabalho. A Tabela 23 apresenta as causas identificadas.

Tabela 23: Possíveis Causas de Dívida Técnica de Documentação

Código	Causa
CA01	Documentações extensas a serem preenchidas
CA02	Falta de processos bem definidos
CA03	Documentação inexistente
CA04	Documentação desatualizada
CA05	Falta de tempo para documentar
CA06	Documentação inconsistente ou inadequada
CA07	Desconhecimento de mudanças legais que afetam documentações existentes
CA08	Quantidade de membros da equipe insuficiente para documentar
CA09	Atualização seletiva da documentação
CA10	Projeto com atraso de cronograma
CA11	Alta rotatividade de pessoal (turnover)
CA12	Conhecimento tácito não formalizado em documentos
CA13	Documentação redundante
CA14	Falta de planejamento adequado do projeto
CA15	Falta de capacidade técnica do profissional para documentar
CA16	Negligência em relação à documentação
CA17	Documentação com informações mal organizadas
CA18	Priorização de entregas em detrimento à documentação
CA19	Falta de compreensão sobre a importância da documentação
CA20	Mudança da gerência durante o projeto
CA21	Informações contidas em um documento inadequadas ao propósito deste artefato
CA22	Documentação incompleta
CA23	Falta de recursos externos suficientes para fornecer informações necessárias à documentação
CA24	Falta de recursos suficientes para inspecionar documentação produzida
CA25	Influências políticas e hierárquicas
CA26	Falta de treinamento no processo a ser seguido
CA27	Não usar o mesmo padrão de documentação para desenvolvimento de nova funcionalidade ou manutenção de funcionalidade existente
CA28	Comentários em código fonte mal estruturados ou inexistentes
CA29	Má gestão do tempo
CA30	Falta de adaptação da documentação do projeto para necessidades de informação de papéis específicos
CA31	Compromissos irreais para entrega de funcionalidade
CA32	Conflito de alocação de pessoas em diferentes projetos
CA33	Falta de documentação de sistemas legados
CA34	A decisão de seguir ou não o processo de desenvolvimento depende de iniciativa individual dos membros da equipe
CA35	Substituição de modelos de documentos com riqueza de informação (por exemplo, casos de uso e diagramas da UML) por outros focados na interação com usuário (por exemplo, protótipos)

Na Tabela 24 estão listadas as consequências identificadas. Durante a análise, algumas relações diretas entre causas e consequências foram percebidas, por exemplo: CA17->CO13; CA03->CO05, CO11, CO12; CA17->CO10. Percebeu-se também que algumas consequências podem ser consideradas como possíveis causas de outras consequências. Como exemplo, a falta de entendimento adequado dos requisitos especificados (CA19) pode ocasionar o não atendimento das reais necessidades dos

usuários (CO04). No entanto, foge ao escopo deste trabalho investigar as relações de causa e efeito entre os itens identificados.

Tabela 24: Consequências da Dívida Técnica de Documentação

Código	Consequência
CO01	Os requisitos não coincidem com as demandas dos clientes
CO02	Os testes não são realizados de forma eficiente ou nem são efetivamente realizados
CO03	Insatisfação dos usuários em função da inconsistência na documentação
CO04	Não atendimento das reais necessidades dos usuários
CO05	Dificuldades na passagem de conhecimento a novos membros da equipe
CO06	Problemas na manutenção do software
CO07	Retrabalho em implementações e testes
CO08	Dificuldade dos membros das equipes de ter completo conhecimento do sistema sendo desenvolvido
CO09	Ineficiência de testes por falta de planejamento
CO10	Ineficácia na utilização de artefatos em função de informações mal organizadas em seu conteúdo
CO11	Esforço duplicado no futuro para compensar a não documentação prévia
CO12	Falta de percepção dos riscos existentes em função da ausência de documentação
CO13	Ineficácia na execução das atividades em função da documentação precária
CO14	Atrasos ou impedimentos na criação de documentos por falta de recursos suficientes
CO15	Problemas na comunicação em função da má qualidade ou da ausência de documentação
CO16	Atrasos em cronogramas em função de documentação inconsistente ou inexistente
CO17	Aumento de custos no projeto em função de documentação inconsistente ou inexistente
CO18	Problemas no projeto em função de não validar a documentação produzida
CO19	Falta de entendimento adequado dos requisitos especificados
CO20	Falta de percepção de incompleteza ou inconsistência de requisitos

Foi possível observar no relato dos participantes exemplos de boas práticas que poderiam ser adotadas durante a execução dos processos de documentação. Algumas delas são realizadas de forma espontânea entre os membros das equipes, tais como a BP04 e BP08. No entanto, embora cientes de sua importância, as equipes ainda encontram dificuldades ao adotar efetivamente algumas boas práticas, tais como: BP01, BP02 e BP07. A Tabela 25 apresenta a lista das boas práticas relatadas.

Tabela 25: Boas Práticas Identificadas

Código	Boa Prática
BP01	Atualizar regularmente os artefatos utilizados durante todo o ciclo de vida do software
BP02	Comentar código fonte
BP03	Revisar/revalidar documentação legada ou desatualizada
BP04	Produzir documentação por meio de colaboração de diferentes papéis
BP05	Utilização de documentação UML para registro de informações e passagem de conhecimento
BP06	Sensibilizar os membros das equipes sobre os problemas causados pela não adoção de um processo de documentação adequado
BP07	Gerar toda a documentação necessária no início do projeto para evitar o desperdício de esforços futuros
BP08	Ter iniciativa pessoal para gerar suas próprias documentações e compartilhar entre os demais membros da equipe

Código	Boa Prática
BP09	Definir processos e padrões de documentação
BP10	Priorizar dívidas a serem pagas de acordo com a realidade atual da organização
BP11	Definir papéis e responsabilidades para gerenciar a documentação dos projetos
BP12	Revisão por pares da documentação produzida
BP13	Criar um repositório de documentação acessível a todos da organização
BP14	Criar tutoriais de como preencher e utilizar os documentos
BP15	Adotar procedimentos mais rígidos de advertência e/ou punição pelo descumprimento do processo de documentação definido pela organização
BP16	Utilizar dados históricos da organização para auxiliar na identificação e mensuração da dívida técnica

Embora a MDS preconize a utilização de determinados artefatos em seus projetos de desenvolvimento, a documentação mencionada nos relatos dos participantes não foi necessariamente a preconizada pela organização. A Tabela 26 apresenta a documentação mencionada.

Tabela 26: Documentação Mencionada pelos Participantes

Código	Documentação
DO01	Protótipos de telas
DO02	Especificação de Requisitos
DO03	Modelos de Processos
DO04	Casos de Uso
DO05	Comentários em códigos
DO06	Modelos de banco de dados
DO07	Manual do Usuário
DO08	Dicionário de Dados
DO09	Roteiro de Navegação (testes)
DO10	Documento de Visão
DO11	GIT (controle de versão e registro de atividades)
DO12	Diagrama de atividades
DO13	Diagrama de classes
DO14	Diagrama de sequência
DO15	Wiki online
DO16	Cenários de Testes
DO17	Casos de Testes
DO18	Evidências de Testes
DO19	Termo de abertura

As Tabelas 23 e 24 endereçam diretamente a primeira questão de pesquisa secundária (QS1) deste estudo: “Que causas e consequências associadas com a dívida técnica de documentação são percebidas na organização?”. A Tabela 25 endereça a segunda questão de pesquisa secundária (QS2): “Que boas práticas para tratamento de dívida técnica de documentação são percebidas na organização?”. A Tabela 26, por sua vez, endereça a terceira questão de pesquisa secundária (QS3): “A organização adota algum tipo de documentação que apoie as equipes de desenvolvimento no

gerenciamento de seus processos de trabalho e em todas as fases do ciclo de vida do software?”.

3.3. Discussão

Com base nos resultados, foi possível ter uma compreensão mais abrangente sobre a execução dos processos de documentação nos projetos de desenvolvimento de software da organização e seus consequentes problemas, respondendo à questão principal de pesquisa (QP): “Como a dívida técnica de documentação se manifesta em uma organização que desenvolve produtos de software?”. A compreensão do contexto da organização envolve desde os processos de documentação executados pela organização, os problemas relacionados à documentação em seus projetos e possíveis boas práticas que podem ser adotadas para lidar com tais problemas.

Apesar de o objeto deste estudo ser a dívida técnica de documentação, algumas das causas e consequências identificadas foram relacionadas à dívida técnica de Projeto e de Teste. Contudo, considerando-se que existe uma relação muito próxima entre os problemas presentes em projetos de desenvolvimento de software, as dívidas identificadas são potencialmente capazes de provocar, de forma direta ou indireta, danos à documentação. A causa e a consequência identificadas foram classificadas como: “CA14: Falta de planejamento adequado do projeto” e “CO09: Ineficiência de testes por falta de planejamento”.

Os relatos dos participantes foram enriquecedores, uma vez que trouxeram dados genuínos sobre a realidade de trabalho destes profissionais e de situações práticas. Analisando as transcrições das entrevistas, foi possível perceber que muitos dos problemas de documentação enfrentados por profissionais que exercem atividades de desenvolvimento são decorrentes de questões gerenciais. Por outro lado, os problemas enfrentados por perfis gerenciais ocorrem, em sua maioria, em função de influências políticas.

Os perfis profissionais foram definidos com o intuito de obter uma visão abrangente de todas as fases do ciclo de vida do software. Cada perfil profissional tem uma visão específica em relação à documentação durante o processo de desenvolvimento. Porém, embora se tenha ciência da importância da inclusão de todos os profissionais que contribuem efetivamente para o ciclo de vida do software, como

exemplo o perfil de Projetista, as equipes de desenvolvimento da organização avaliada não contam, em geral, com todos os perfis em seus projetos. Essa ausência é suprida pelos demais perfis.

Dentre os perfis definidos, o de gerente de sistemas forneceu mais dados em relação às boas práticas de gerenciamento da dívida técnica de documentação, devido à sua visão abrangente da metodologia utilizada e por ter como prioridade o sucesso dos projetos que estão sob sua responsabilidade. Após sua análise dos resultados, afirmou que caso a BP07 fosse efetivamente aplicada, traria resultados positivos principalmente nas fases de Construção e de Testes. A visão do analista é focada na execução dos processos, tendo que lidar diariamente com o gerenciamento da documentação e seus respectivos problemas. Foi possível, desta forma, obter dados significativos sobre as atividades práticas da equipe. Os perfis de desenvolvedor e testador trouxeram elementos referentes a questões pontuais que enfrentam em suas funções como também contribuíram para a identificação de várias causas e consequências relacionadas à dívida técnica de documentação.

Mesmo a Organização A possuindo uma metodologia de desenvolvimento de software bem estruturada e que, em tese, fornece subsídios necessários à sua utilização pelas equipes, nem todos os processos definidos são executados na prática, tampouco a documentação é adotada de forma plena e adequada. Pode-se usar como exemplo a utilização dos protótipos pelas equipes em seus projetos. Embora o uso de protótipos seja previsto na MDS, as informações contidas neste artefato não são organizadas adequadamente, questionando-se, desta forma, a eficiência de seu uso. A visão que o gerente de sistemas tem da MDS é diferente dos demais perfis. Sua expectativa é de que a metodologia seja aplicada em todos os projetos da organização. No entanto, o perfil de analista nem sempre consegue implantar a MDS em todos os projetos sob sua responsabilidade e, por conseguinte, os desenvolvedores e testadores não são capazes de aplicar tudo o que preconiza a metodologia em suas realidades de trabalho. A interação entre os perfis profissionais, a forma como se comunicam e a percepção que demonstraram possuir sobre os processos de trabalho evidenciaram certos padrões de comportamento. Este estudo não teve como foco identificar precisamente todas as razões dos problemas identificados. No entanto, a partir da interpretação dos dados analisados, supõe-se que aspectos culturais associados às práticas de gerência de projetos e processos na organização tenham tido um papel relevante para o cenário

relatado. É possível que estes problemas ocorram por não haver um controle mais rígido das atividades realizadas pelas equipes em relação aos processos definidos e por não haver práticas frequentes de atividades focadas na qualidade da documentação, por exemplo, a adoção periódica de revisões por pares. Os seguintes trechos destacados da entrevista realizada com o Participante #4 reforçam essa percepção: “O cliente não compra, ele pede! Não é cobrado o dinheiro que ele tá desembolsando, diferente de empresa privada. Quando é empresa privada, você faz um orçamento com o cliente, tem prazo, cronograma e tudo gera custo. Você tem que dar conta!”. “Na prática, a inspeção não é tão efetiva assim. Quando não tem inspeção, a gente não consegue mitigar. Vai desenvolver e, infelizmente, muitas das vezes acaba tendo alguma falha de comunicação, porque a falta de uma documentação adequada abre essa brecha na comunicação.”.

Embora tenham sido identificados vários problemas na aplicação da MDS na organização, a capacidade técnica individual dos membros das equipes foi um fator positivo mencionado em algumas entrevistas como um dos responsáveis pela eficácia dos projetos. Esta questão pôde ser percebida nos relatos dos Participantes #2 e #3: “Comecei a criar a documentação que eu não tinha pra eu poder aferir o entendimento que eu estava tendo do protótipo”. “Estamos fazendo alguns diagramas pra facilitar a vida de um testador”. A partir da visão obtida sobre o contexto da organização, concluiu-se que não basta haver processos de trabalho bem definidos ou documentação previamente elaborada. Caso o método de gerenciamento da documentação não seja simples e acessível a todos os perfis, sua utilização poderá ser descartada.

3.3.1. Trabalhos Relacionados

A dívida técnica tem sido cada vez mais investigada nos últimos anos e muitos trabalhos têm sido realizados neste campo. Como exemplo, YLI *et al.* (2014) realizaram um estudo em uma empresa de software e entrevistaram 12 profissionais de diferentes perfis para entender as causas e os efeitos da dívida técnica. Buscaram também identificar estratégias e práticas específicas para o gerenciamento da dívida. Os resultados mostraram que a dívida técnica é gerada, principalmente, em função de decisões intencionais tomadas durante os projetos para alcançar os prazos definidos. KLINGER *et al.* (2011) estudaram as causas da dívida técnica entrevistando 4 arquitetos de uma organização de software. Dentre algumas das causas identificadas

estão: pressão dos stakeholders, falhas técnicas de comunicação entre stakeholders e a equipe do projeto, tomadas de decisões sem avaliar os possíveis impactos e mudança de requisitos.

ALVES *et al.* (2016b) identificaram, dentre outros tipos de dívidas técnicas, algumas possíveis causas da dívida técnica de documentação que organizações que desenvolvem produtos de software podem vir a incorrer em seus projetos, tais como: a falta de um padrão de documentação, alterações no desenvolvimento do projeto, desconhecimento do cliente das suas próprias necessidades, não priorizar atividades de documentação, necessidade de esperar a atualização do sistema para só então tornar a documentação consistente, programadores não gostam de documentar, preguiça, cliente não tem o compromisso de homologar os requisitos, esforço e prazo.

De forma geral, os trabalhos relacionados compartilham de objetivos e abordagens semelhantes aos deste presente estudo, porém possuem perspectivas diferentes em termos de escopo e na forma como os dados foram analisados. Distinguindo-se dos demais, os resultados obtidos neste estudo foram baseados na realidade e na cultura de uma organização pública, além do fato de os problemas investigados serem relacionados especificamente à documentação.

3.3.2. Limitações e Ameaças à Validade

Todo estudo apresenta ameaças à validade de seus resultados (RUNESON, 2012). Para a realização deste estudo, pode ser considerada como uma ameaça interna o fato de as entrevistas terem sido realizadas no local de trabalho da maioria dos entrevistados, o que poderia ocasionar na interrupção da entrevista em decorrência de outras prioridades momentâneas dos próprios entrevistados ou compromissos repentinos. Como tratamento, foi estipulado um tempo máximo de 30 minutos para a realização das entrevistas, considerando-se este tempo razoável para coletar os dados necessários sem que ocupe muito do tempo do entrevistado.

Consideram-se como ameaças externas o baixo número de profissionais entrevistados e a possibilidade de retenção de informações em função das entrevistas terem sido realizadas no próprio ambiente de trabalho dos participantes. Esta situação poderia limitar as respostas dos entrevistados, por se sentirem constrangidos em fornecer possíveis informações comprometedoras em relação aos seus superiores. Como tratamento à primeira ameaça mencionada, foram definidos perfis profissionais distintos

para obter dados abrangentes. Embora exista a possibilidade de que dados diferentes pudessem ser obtidos caso outros profissionais com as mesmas funções fossem entrevistados, foram selecionados membros das equipes altamente engajados aos projetos, justamente para obter informações mais confiáveis. Como tratamento à segunda ameaça externa, foram agendados dias e horários em que os entrevistados estivessem sozinhos. Apenas um dos participantes foi entrevistado fora do seu local de trabalho.

Quanto às ameaças à construção, considera-se o fato de as questões de pesquisa ou as perguntas criadas para a entrevista não atenderem ao objetivo do estudo. Também pode ser considerado como ameaça à construção o fato de o primeiro pesquisador do estudo ser da mesma organização dos entrevistados. Para tratar a primeira ameaça citada, foi realizada uma revisão da literatura para fundamentar a definição tanto das questões de pesquisa quanto das perguntas das entrevistas. Buscou-se por trabalhos com objetivos semelhantes e que obtiveram êxito ao responder suas questões de pesquisa. Além disto, a primeira entrevista realizada foi tratada como piloto. No entanto, em função dos resultados do piloto terem sido positivos e por não terem sido encontrados problemas nas perguntas, os dados coletados foram todos aproveitados. Como tratamento à segunda ameaça à construção, o estudo foi realizado em uma unidade sem relação alguma com o pesquisador.

Por fim, consideram-se como ameaças à confiabilidade o fato de o estudo ter sido realizado em apenas uma organização e a não compreensão exata sobre os dados do estudo por parte do primeiro pesquisador. Em relação à primeira ameaça não se pode afirmar que todos os itens identificados sejam pertinentes a todas as organizações similares ou não à Organização A. Assim, em função de sua natureza, considera-se como uma limitação deste estudo o grau de criticidade dado aos seus achados, pois estão limitados à realidade da Organização A e dos entrevistados. Assim sendo, cabe a cada organização verificar a pertinência e o impacto que estes achados podem vir a causar no desenvolvimento de seus produtos. Quanto ao tratamento da segunda ameaça à confiabilidade, os dados obtidos foram reavaliados pelo segundo pesquisador e validados pelos participantes do estudo.

3.4. Considerações Finais

Este capítulo apresentou um estudo qualitativo executado em uma organização pública que desenvolve produtos de software. Caracterizou-se, para o produto sob responsabilidade da equipe entrevistada, causas que podem levar à dívida técnica de documentação, suas possíveis consequências e boas práticas. Foram entrevistados quatro profissionais da área de desenvolvimento de software e realizaram-se procedimentos de análise temática para analisar os dados coletados. Em função da visão abrangente do perfil de gerente de sistemas, foi possível obter dados relativos às boas práticas de documentação. De acordo com a visão do perfil de analista, foi possível obter dados relacionados à execução dos processos na prática, assim como compreender a forma como lida com as dívidas técnicas de documentação enfrentadas pela sua equipe. Com a análise dos dados, foram identificadas várias causas e consequências específicas da dívida técnica de documentação sob a ótica do perfil de desenvolvedor e testador, profissionais cujas atividades proporcionam, respectivamente, a materialização e a qualidade do software.

Compreender e gerenciar a dívida técnica de documentação em seus projetos ainda é algo árduo para determinadas organizações que desenvolvem produtos de software. Problemas constantes enfrentados em seu dia a dia fazem com que necessitem de soluções objetivas e práticas. Assim, acredita-se que os resultados apresentados neste estudo possam apoiar outras organizações em contextos semelhantes. Os dados obtidos neste estudo também têm como propósito complementar o conteúdo do Guia DOTED.

4. MÉTODO PARA APOIAR O GERENCIAMENTO DA DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO

4.1. Introdução

Considerando-se que a dívida técnica se refere ao efeito de qualquer artefato incompleto, imaturo ou inadequado no ciclo de vida do desenvolvimento do software (SEAMAN e GUO, 2011), profissionais da área de desenvolvimento, de forma geral, possuem um entendimento intuitivo sobre os problemas causados pela dívida em seus projetos. No entanto, tais problemas podem permanecer incompreendidos, caso suas medições e gerenciamento não sejam realizados de forma viável e útil (GUO *et al.*, 2011). Assim, torna-se notória a necessidade da criação de instrumentos que possam auxiliar as organizações que desenvolvem produtos do software no gerenciamento de suas dívidas técnicas, particularmente no que diz respeito à documentação.

O gerenciamento da dívida técnica se refere a atividades realizadas com o intuito de gerenciar e reduzir a ocorrência de dívidas intencionais ou não intencionais, aplicando abordagens distintas, práticas específicas e ferramentas adequadas (YLI *et al.*, 2016b). YLI *et al.* (2016b) confirmam ainda que a gestão da dívida não inclui apenas atividades de desenvolvimento técnico. Também são realizadas atividades organizacionais, como comunicação e tomada de decisões. De acordo com a visão de SEAMAN *et al.* (2012), um gerenciamento eficaz da dívida deve iniciar com a identificação da dívida. Partindo desta premissa, LI *et al.* (2015) dividiram as atividades de gerenciamento da seguinte forma: 1) identificação; 2) mensuração; 3) prevenção; 4) monitoramento; 5) pagamento; 6) representação/documentação; e 8) comunicação. Porém, de forma sintetizada, SEAMAN e GUO (2011) estabeleceram que o processo de gerenciamento da dívida técnica consiste em três etapas básicas: identificação, medição e tomada de decisão.

Considera-se como uma boa prática de identificação da dívida que as equipes de desenvolvimento tenham sempre como referência uma lista de dívidas técnicas. Esta lista deve conter itens da dívida, cada um representando uma tarefa que foi deixada por fazer, mas que corre o risco de causar problemas futuros caso não seja concluída

(SEAMAN e GUO, 2011). É recomendado que esta lista seja frequentemente atualizada com novos itens de dívidas identificados durante o gerenciamento. A identificação da dívida se faz necessária para analisar possíveis riscos para o software e tomar decisões sobre quais, quando e como as dívidas devem ser pagas. Contudo, sem a mensuração da dívida técnica, as equipes de desenvolvimento têm que tomar decisões baseando-se apenas em suas experiências pessoais, o que pode causar mal-entendidos sobre o impacto da dívida, resultando assim em atrasos inesperados no projeto e comprometendo a qualidade do software (SEAMAN e GUO, 2011). O objetivo de identificar e mensurar a dívida é fornecer subsídios à tomada de decisão. No entanto, caso a tomada de decisão seja realizada sem uma análise minuciosa, pode agravar o efeito negativo da dívida.

O objetivo deste trabalho é criar um método que apoie as organizações que desenvolvem produtos de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas de documentação. Em função da proposta do trabalho ser a criação de um instrumento visando à aplicação prática, a abordagem metodológica escolhida foi a “Design Science Research” (DSR) (HEVNER, 2007), a qual consiste em três ciclos básicos de aprendizagem. Em seu primeiro ciclo, foi realizada uma revisão informal da literatura. No segundo ciclo de aprendizagem, os conceitos identificados na literatura foram somados aos resultados obtidos pela análise qualitativa dos dados de entrevistas aplicadas na prática, corroborando assim para a construção do Método de Gerenciamento da Dívida Técnica de Documentação (DOTED). Por fim, em seu terceiro ciclo, foi realizado um estudo de caso para avaliar o DOTED na prática.

Este capítulo apresenta o método proposto, suas etapas, atividades e tarefas, os artefatos produzidos e atores envolvidos durante sua execução.

4.2. Visão Geral do Método

O método DOTED foi estruturado para apoiar as organizações que desenvolvem produtos de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas de documentação. Seu principal propósito consiste em auxiliar as equipes de desenvolvimento a lidar melhor com as dívidas técnicas de documentação encontradas em seus projetos. O método possui quatro etapas: Criar ou Revisar Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto, Identificar e Mensurar Dívidas Técnicas de Documentação, Elaborar Estratégia de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação e Monitorar Dívidas Técnicas de Documentação. A Figura 7 apresenta as etapas do DOTED. Cada uma das etapas será apresentada posteriormente em figuras individuais com mais detalhes.



Figura 7: Etapas do DOTED

A Figura 8 apresenta uma visão expandida de cada uma das etapas do DOTED, demonstrando suas respectivas atividades e os artefatos usados e produzidos.

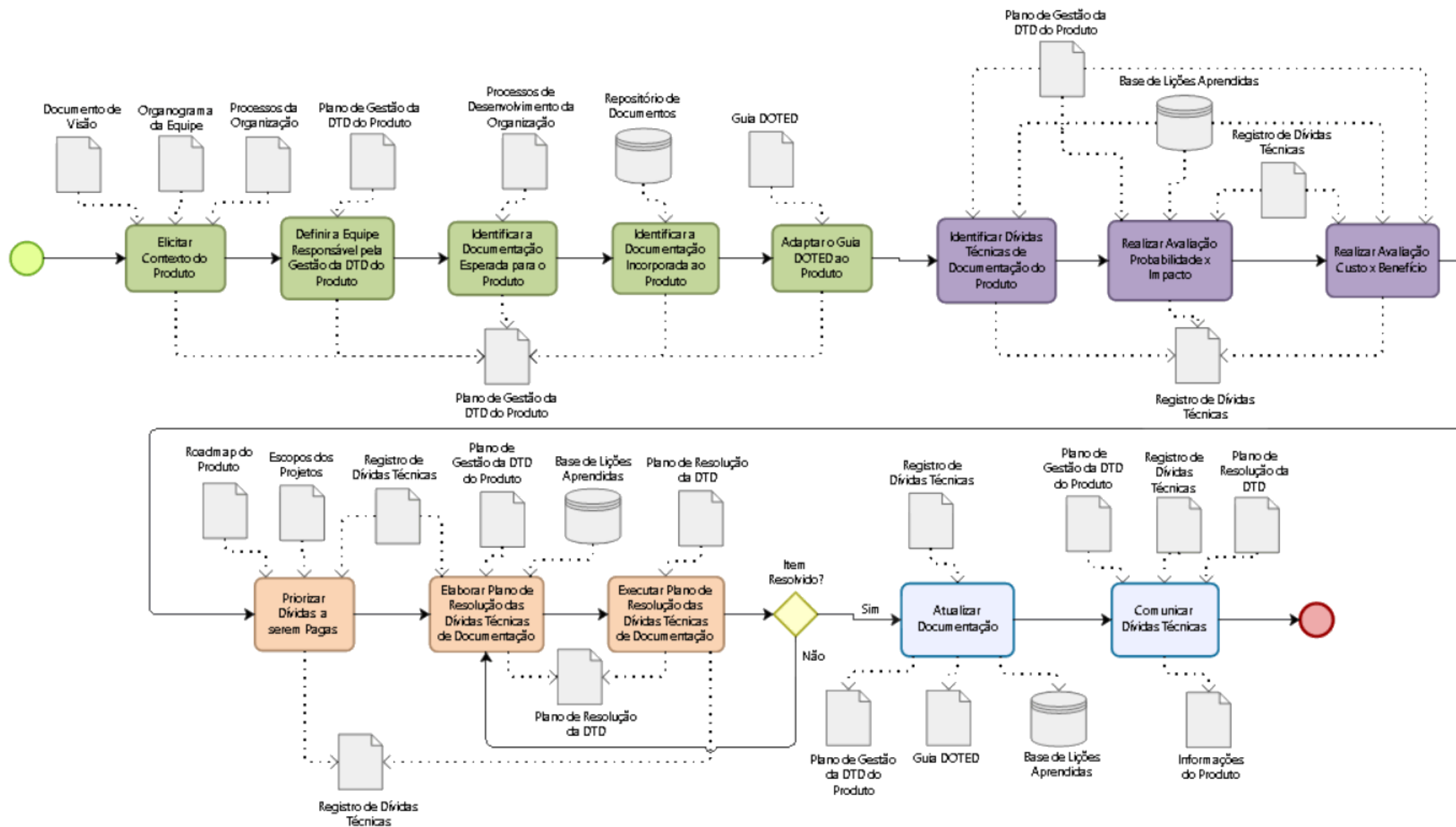


Figura 8: Visão Geral do DATED

4.3. Papéis Envolvidos no DOTED

Dois principais papéis estão envolvidos durante a execução do DOTED. A Tabela 27 apresenta estes papéis e suas respectivas responsabilidades.

Tabela 27: Papéis e Responsabilidades Envolvidos no DOTED

Papel	Perfil	Responsabilidades	Habilidades
Mentor	Alguém de dentro do projeto, podendo ser um Analista, Líder Técnico, Product Owner, Gerente ou Scrum Master.	Orientar a equipe durante a execução do método, estando diretamente envolvido em todas as etapas, atividades e tarefas.	Deve ter conhecimento das práticas de planejamento e desenvolvimento, além de possuir conhecimento sobre os conceitos de dívida técnica.
Equipe	Profissionais que projetam e desenvolvem software. Um produto pode envolver uma ou mais equipes, podendo os seus membros ter conhecimentos técnicos diferentes (design, desenvolvimento, testes etc.).	A participação da equipe é essencial em todas as etapas e atividades do DOTED. Porém, seu papel é primordial durante as etapas de identificação, mensuração e resolução das dívidas técnicas de documentação.	O DOTED não requer nenhuma habilidade específica da equipe além daquelas associadas às atividades realizadas por seus membros.

Após apresentada a visão geral e os principais papéis envolvidos, o restante do capítulo visa detalhar os passos a serem seguidos durante a execução do DOTED, descrevendo suas etapas, atividades, tarefas e os devidos artefatos.

4.4. Etapa 1: Criar ou Revisar Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto

É nesta etapa onde o contexto do produto no qual será executado o método é elicitado, a identificação da equipe do produto e a definição das equipes responsáveis por seus projetos são realizadas e a partir de referências internas da organização e dos dados contidos no Guia DOTED, os elementos da dívida técnica de documentação a serem gerenciados são determinados. O resultado principal desta etapa é o Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto e ao final de cada ciclo de execução do método, as informações presentes no Plano devem revisadas. A Figura 9 apresenta os detalhes desta etapa.

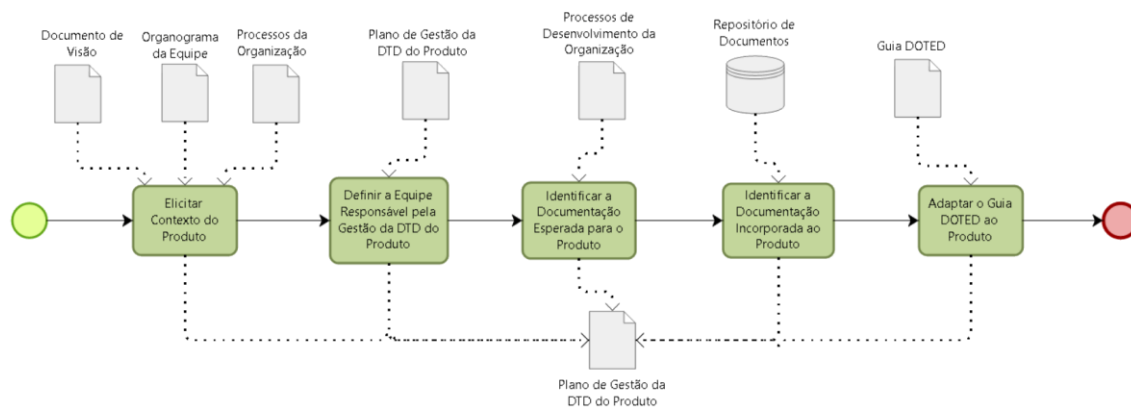


Figura 9: Etapa 1: Criar ou Revisar Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto

O Plano de Gestão é organizado em três seções: Seção 1: Características do Produto, Seção 2: Equipes e Seção 3: Elementos da Dívida Técnica de Documentação. Este artefato possui informações sobre o produto no qual será executado o método e as características de suas equipes, além de constar: as causas da dívida técnica de documentação relacionada ao produto em questão, suas possíveis consequências, boas práticas para evitar ou solucionar as dívidas identificadas e exemplos de documentação relacionada a cada uma das áreas de conhecimento do software. Embora não esteja representado na Figura 8, o Plano de Gestão pode ser revisitado sempre que ocorrer alguma grande mudança no contexto do produto. As informações presentes em cada seção do Plano e a importância destas informações estão descritas na Tabela 28.

Tabela 28: Informações Presentes no Plano de Gestão da DTD do Produto

Seção	Descrição	Justificativa
1. Características do Produto	Conjunto de características do produto, relevantes à compreensão do ambiente, e do processo de desenvolvimento da organização.	Identificar as características do produto é fundamental para compreender seu contexto, auxiliando diretamente o gerenciamento de suas dívidas técnicas.
2. Equipes	Definição dos profissionais da organização que atuam diretamente no produto no qual o método será executado e a definição dos responsáveis pelo gerenciamento da DTD de cada documentação específica.	O entendimento do organograma da organização e a definição de funções específicas para os profissionais são fundamentais para obter sucesso na execução das tarefas.
3. Elementos da Dívida Técnica de Documentação	Conjunto de causas da DTD, suas consequências, boas práticas para evitá-la e exemplos de documentação relacionados ao produto em questão.	Ter em mãos uma lista predefinida de itens de DTD é essencial para as equipes de desenvolvimento, uma vez que ela fornece subsídios que apoiam a identificação, mensuração e tomada de decisão sobre quais itens da dívida devem ser pagos.

A seguir serão apresentados as atividades, suas respectivas tarefas e os artefatos que compõem esta etapa.

4.4.1. Elicitar Contexto do Produto

O objetivo desta atividade é obter e gerar informações específicas do produto no qual será executado o método. Todas as informações relativas a esta atividade devem ser coletadas ou produzidas pelo Mentor, podendo este solicitar ajuda às partes interessadas do produto sempre que necessário.

Dentre as tarefas a serem realizadas nesta atividade, descrever o produto com suas devidas características é uma delas. Para apoiá-lo nesta tarefa, o Mentor deve usar como referência, além dos demais artefatos com funções similares, o Documento de Visão da organização. Este artefato deve conter uma ampla visão do produto a ser desenvolvido.

Uma vez definido e descrito o produto, deve-se identificar a “Equipe do Produto”. Para tal, o Mentor deve lançar mão do organograma da organização para identificar os profissionais responsáveis por este produto. Os profissionais identificados devem ser registrados no Plano de Gestão, especificando, principalmente, quais seus devidos cargos ou funções. Outra tarefa a ser realizada nesta atividade é identificar quais os processos de desenvolvimento da organização. É preciso ter conhecimento de como é realizado o processo de desenvolvimento para que seja possível dar apoio às tarefas posteriores desta atividade. Preferencialmente, recomenda-se, caso exista, informar no Plano de Gestão o link de acesso ao GIT (sistema de controle de versão) ou à página web onde se encontra a estrutura do processo de desenvolvimento da organização.

Depois de identificada a Equipe do Produto, o próximo passo é definir quais dentre seus membros serão os responsáveis pela gestão da dívida técnica de documentação deste produto.

4.4.2. Definir a Equipe Responsável pela Gestão da Dívida Técnica do Produto

Esta atividade consiste em definir quais serão os profissionais responsáveis por gerenciar as dívidas técnicas dos diferentes tipos de documentação do produto. Cada membro da equipe será responsável por analisar o tipo de documentação relacionada ao seu conhecimento técnico específico. Por exemplo, caso um dos membros da equipe do produto seja um analista de requisitos, este seria designado a gerenciar as dívidas técnicas de documentação relacionadas à área de conhecimento de requisitos. Fica a

cargo do Mentor, com o auxílio das demais partes interessadas, definir a Equipe Responsável pela Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto. O Plano de Gestão deve ser usado como insumo para a realização desta atividade, tendo como referência os membros identificados da Equipe do Produto para a criação da nova equipe.

Após a definição da equipe responsável pelo gerenciamento de cada tipo de dívida técnica de documentação, o próximo passo é mobilizar os membros desta equipe para identificar qual a documentação necessária ao produto em questão.

4.4.3. Identificar a Documentação Esperada para o Produto

O objetivo desta atividade é identificar qual documentação é recomendada pela organização a ser utilizada em seus produtos. Para a realização desta atividade, a equipe responsável pela gestão da DTD do produto deve verificar todos os artefatos que a organização preconiza a serem utilizados em seus projetos, seja na execução dos processos de desenvolvimento ou em relação à gestão de projetos. Em termos práticos, os membros da equipe devem analisar os processos de desenvolvimento descritos no Plano de Gestão ou presentes na página web da organização para identificar a documentação preconizada. Esta atividade é de grande importância para o gerenciamento da dívida técnica, uma vez que a ausência de artefatos imprescindíveis aos processos revela a presença de dívida técnica de documentação no produto. Toda documentação identificada deve ser registrada no Plano de Gestão.

4.4.4. Identificar a Documentação Incorporada ao Produto

Embora algumas organizações possuam processos de desenvolvimento bem definidos, especificando precisamente a documentação a ser utilizada, por vezes as necessidades do dia a dia fazem com que suas equipes adotem novas práticas de documentação e novos artefatos a sua realidade de trabalho. Levando-se em consideração tais questões, o objetivo desta atividade é verificar a documentação incorporada pelas equipes aos seus processos de desenvolvimento e que não esteja definida na metodologia de desenvolvimento da organização, ou seja, adotada por iniciativa própria da equipe. Uma vez que esta documentação faça parte da realidade de trabalho da equipe, torna-se então necessário evitar dívidas técnicas nestes artefatos. Para identificar tal documentação, o Mentor deve solicitar que a equipe informe os

artefatos desta natureza utilizados em suas tarefas diárias. Considera-se também como uma boa prática recorrer a demais fontes para obter informações sobre a documentação incorporada, tais como repositórios onde são armazenados os artefatos utilizados pelas equipes de desenvolvimento.

Ao final desta tarefa, é necessário que o Mentor faça uma compilação de toda a documentação identificada, analisando minuciosamente a lista gerada. Esta análise é fundamental para evitar a ausência ou a duplicidade de registros. As informações obtidas nesta atividade devem ser também consolidadas no Plano de Gestão pelo Mentor.

4.4.5. Adaptar o Guia DOTED ao Produto

O Guia DOTED foi elaborado com base nos dados obtidos por meio da revisão da literatura descrita no Capítulo 2 deste trabalho e nos resultados do estudo qualitativo descrito no Capítulo 3. Seu conteúdo consiste em uma compilação de dados relacionados a quatro elementos considerados durante o gerenciamento da dívida técnica de documentação: as causas que poderiam levar à dívida técnica de documentação, suas possíveis consequências, boas práticas de como lidar com as dívidas e exemplos de documentação necessária a ser utilizada. Todos os itens dos elementos presentes no Guia são devidamente codificados para facilitar a comunicação entre os membros da equipe e manter a rastreabilidade entre os artefatos utilizados pelo DOTED.

No que diz respeito às causas, consequências e boas práticas, seus itens estão relacionados à fase do desenvolvimento de software onde podem exercer algum tipo de influência. Porém, no tocante aos exemplos de documentação, seus itens estão relacionados à área de conhecimento de software que são pertinentes, ou seja, a toda documentação criada ou utilizada por profissionais que atuam diretamente em uma área de conhecimento de software específica.

Considerando-se o conteúdo presente no Guia DOTED, o objetivo desta atividade é avaliar quais de seus itens são inerentes à realidade do produto, gerando assim uma versão adaptada do Guia ao produto em questão. Caso a equipe identifique ou tenha conhecimento de outros itens que não estejam presentes no Guia DOTED, estes devem ser inseridos no Plano de Gestão, com sua respectiva codificação. Tanto a

avaliação dos dados quanto o registro no Plano de Gestão devem ser realizados pelo Mentor em conjunto com a equipe responsável pela gestão da DTD do produto.

O resultado desta etapa é a produção do Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto. Sendo assim, ratifica-se a necessidade da existência de uma tarefa comum ao fim de todas as atividades desta etapa: Registrar as Informações no Plano de DTD do Produto. A proposta de um modelo para o Plano de Gestão pode ser visualizada no Apêndice III. Este artefato pode ser adaptado ou personalizado de acordo com a necessidade de cada organização.

Depois de coletar as informações necessárias sobre o contexto do produto, o Mentor e a equipe detêm embasamento suficiente sobre as características deste produto e os elementos necessários para identificar e mensurar dívidas técnicas de documentação.

4.5. Etapa 2: Identificar e Mensurar Dívidas Técnicas de Documentação

Após elicitar contexto do produto, inicia-se a etapa de identificar e mensurar as dívidas técnicas de documentação. Nesta etapa, problemas existentes na documentação do produto são identificados e avaliados. A proposta desta etapa consiste em identificar as dívidas técnicas de documentação, avaliar a relação entre a probabilidade e o impacto das dívidas no produto e a relação entre o custo e o benefício do esforço a ser empreendido para pagar tais dívidas. A Figura 10 apresenta as atividades desta etapa.

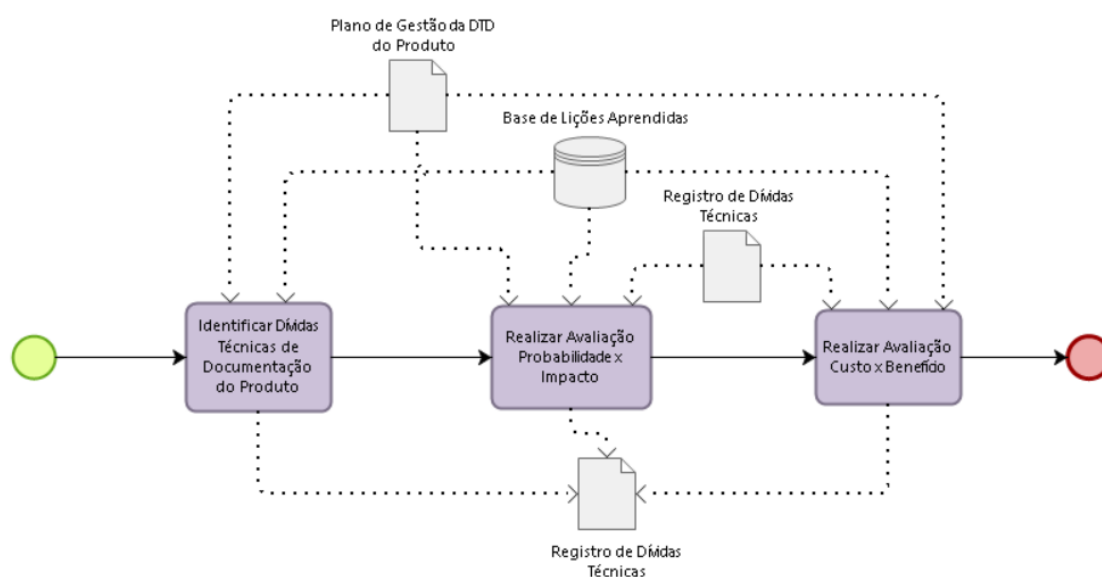


Figura 10: Etapa 2: Identificar e Mensurar Dívidas Técnicas de Documentação

Esta etapa requer a interação de todas as partes interessadas do produto, pois a visão técnica e a experiência profissional dos profissionais envolvidos são fundamentais para a realização de suas atividades, embora o Mentor seja o responsável pela condução tanto desta quanto das demais atividades do DOTED.

Considerando-se as particularidades e as dificuldades encontradas em sua realidade de trabalho, fica a critério de cada organização decidir como serão realizadas as atividades desta etapa, de forma espaçada ou única. Porém, tendo em vista seu propósito, recomenda-se que as atividades desta etapa sejam realizadas em uma única força-tarefa.

4.5.1. Identificar Dívidas Técnicas de Documentação do Produto

O objetivo desta primeira atividade é identificar dívidas técnicas de documentação existentes na documentação do produto. Para auxiliar na identificação das dívidas, a equipe deve consultar as informações contidas no Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto. Considera-se também como uma boa prática buscar por dívidas técnicas de documentação ocorridas em outros produtos, registradas na Base de Lições Aprendidas da organização. O compartilhamento de opiniões e experiências pessoais entre os profissionais envolvidos nesta atividade também é crucial para auxiliar na identificação.

A identificação das dívidas técnicas de documentação consiste, basicamente, em identificar suas possíveis causas, assim como buscar por documentação inadequada, inconsistente (incompleta), desatualizada ou inexistente. Cada profissional será responsável por identificar a presença da dívida técnica na documentação relacionada à sua área de conhecimento específica. O Plano de Gestão deve ser consultado para apoiar a equipe na identificação das possíveis causas da DTD pertinentes à realidade do produto em questão, uma vez que o Plano dispõe a lista de causas advindas do Guia DOTED.

Durante a execução desta atividade, é necessário que a equipe verifique também no Plano de Gestão toda a documentação necessária ao produto em questão. Em outras palavras, a equipe deve verificar se dispõe de todos os artefatos necessários a serem utilizados no desenvolvimento do produto em questão.

O próximo passo para identificar as dívidas técnicas é verificar se o conteúdo da documentação existente está atualizado em relação à realidade do produto. Na prática, é necessário que os profissionais acessem a documentação na qual foram incumbidos de analisar e verifiquem se as informações estão de fato atualizadas.

Outra forma de identificar a presença de dívidas técnicas é verificar a consistência da documentação. Para tal, é preciso verificar se todas as informações referentes a um determinado artefato estão disponibilizadas em seu conteúdo. Por exemplo, caso um documento de especificação de requisitos não contenha todos os requisitos do produto, funcionais e não funcionais, pode-se dizer que este documento se encontra inconsistente. Logo, identifica-se a presença da dívida técnica de documentação neste artefato.

Por fim, caso a estrutura interna de um artefato não esteja adequada, dificultando diretamente sua compreensão e utilização, identifica-se novamente como um cenário explícito de dívida técnica de documentação.

Todas as informações obtidas durante as atividades de identificação das dívidas devem ser devidamente registradas, exatamente para apoiar as atividades seguintes. Este trabalho propõe a criação do artefato “Registro de Dívidas Técnicas (RDT)”, onde são registradas todas as informações relativas às dívidas técnicas de documentação identificadas. Tal artefato tem a finalidade de registrar as dívidas técnicas identificadas, discriminando seus itens e suas causas (com seus respectivos códigos); registrar os responsáveis pela identificação das dívidas; suas datas de identificação e de conclusão; as estimativas de probabilidade, impacto, custo e benefício de cada dívida identificada; e, ao final de cada ciclo de execução do método, registrar a “situação” em que a dívida se encontra.

Durante a execução do método, uma dívida pode encontrar-se em situação de: “Pendente”, enquanto aguarda sua resolução; “Em Andamento”, quando está em processo de resolução; “Paga”, quando sua proposta de solução foi efetuada com sucesso; ou “Assumida”, quando por questões diversas não foi possível solucionar esta dívida, embora a organização tenha ciência de sua existência. O fato de decidir-se por não pagar alguma dívida, assumindo assim seus riscos, também pode ser considerado como algo positivo para a organização. Adiar o pagamento de uma dívida pode ser mais lucrativo do que perder um bom negócio oportuno.

Caso, por razões adversas, alguma dívida não venha a ser solucionada, sendo sua situação registrada como “Assumida”, recomenda-se fortemente que seja preenchido o campo “Observações” do RDT com o motivo pelo qual esta dívida não foi paga. Este campo deve ser usado para relatar quaisquer outras informações das dívidas que a equipe achar pertinente.

Durante a realização desta atividade, são registradas no RDT apenas informações relacionadas ao registro das dívidas técnicas identificadas, os responsáveis por identificar cada dívida e a data de sua identificação. As demais informações necessárias ao RDT são preenchidas durante as atividades seguintes. A Figura 11 apresenta a proposta de um modelo para o Registro de Dívidas Técnicas, ressaltando que este artefato pode ser personalizado de acordo com a realidade de cada organização.



Organização: <Nome da Organização>

Produto: <Nome do Produto>

Versão: 01

Código	Item da Dívida	Causa da Dívida	Responsável Identificação	Data Identificação	Probabilidade	Impacto	Custo	Benefício	Prioridade	Situação	Data Conclusão	Observações
CA01		Causa 01	Profissional 01	15/01/2019	Alta	Alto	Alto	Médio	3	Em Andamento		
CA02	Item 01		Profissional 02	01/02/2019	Alta	Médio	Médio	Alto	2	Paga	06/02/2019	
CA03	Item 02		Profissional 03	10/02/2019	Baixa	Alto	Médio	Médio	4	Pendente		
CA04	Item 03		Profissional 04	11/02/2019	Alta	Médio	Alto	Alto	1	Assumida	20/02/2019	Não foi possível pagar a dívida em função da falta de recursos.
CA05		Causa 02	Profissional 05	11/02/2018	Média	Médio	Médio	Médio	5	Pendente		

Figura 11: Proposta de Modelo para o Registro de Dívidas Técnicas

Uma vez identificadas as dívidas técnicas de documentação, torna-se agora possível mensurá-las, conforme apresentado nas atividades a seguir.

4.5.2. Realizar Avaliação Probabilidade x Impacto

O objetivo desta atividade é avaliar a probabilidade de uma dívida técnica de documentação identificada, caso não seja paga, requerer esforço extra no futuro para ser solucionada e avaliar a intensidade do seu impacto. Recomenda-se que esta atividade seja realizada em conjunto com todos os membros da equipe, sendo que cada um terá maior poder de decisão sobre a avaliação dos itens da dívida relacionados ao seu conhecimento técnico específico. Para auxiliar na avaliação, a equipe deve buscar informações tanto no Plano de Gestão (consequências da dívida técnica de documentação) quanto na Base de Lições Aprendidas da organização (registro de experiências passadas). O Registro de Dívidas Técnicas deve ser igualmente consultado para que a equipe tenha ciência das dívidas a serem avaliadas. A opinião técnica e a experiência dos profissionais envolvidos também podem ser consideradas como apoio fundamental na avaliação das dívidas.

O primeiro passo desta atividade é avaliar a probabilidade da ocorrência de juros, ou seja, da necessidade de se realizar esforços extras no futuro para o pagamento da dívida. Para cada dívida identificada, a equipe deve registrar no RDT a probabilidade da ocorrência de seus juros, classificando a probabilidade como “Alta”, “Média” ou “Baixa”. Este método propõe as seguintes classificações:

- **Alta:** a chance da ocorrência de juros da dívida é grande e frequentemente ocorre;
- **Média:** probabilidade ocasional da ocorrência de juros, mas vale a pena planejar desdobramentos;
- **Baixa:** pouca ou quase nenhuma chance da ocorrência de juros.

O segundo passo é realizar a avaliação do impacto das dívidas no produto. Os procedimentos para avaliar o impacto são os mesmos realizados na avaliação da probabilidade, embora estejam concentrados nas consequências no produto. Para apoiar as equipes na avaliação do impacto, este método propõe as seguintes classificações:

- **Alto:** graves consequências ao produto, ocasionando danos parciais ou permanentes;
- **Médio:** consequências momentâneas ao produto e podem ser corrigidas a qualquer momento, sem graves danos;
- **Baixo:** consequências quase imperceptíveis ao produto e podem ser facilmente corrigidas.

Vale ressaltar que a avaliação do impacto de cada dívida deve ser devidamente registrada no Registro de Dívidas Técnicas (RDT).

Segundo SEAMAN *et al.* (2012), estimativas básicas e de caráter qualitativo são consideradas aceitáveis para tomar decisões preliminares. O uso de estimativas mais criteriosas ou quantitativas dependerá da necessidade de cada organização. Realizar avaliação da probabilidade e do impacto é apenas parte da mensuração da dívida técnica de documentação do produto. A atividade seguinte complementa o processo de mensuração como um todo, atingindo assim o objetivo desta etapa.

4.5.3. Realizar Avaliação Custo x Benefício

De acordo com SEAMAN *et al.*, (2012), uma análise de custo x benefício tem como propósito avaliar se o esforço para alcançar o interesse esperado é suficiente para justificar o pagamento do resultado. Inspirando-se no pensamento do autor, o objetivo desta atividade é avaliar o esforço a ser empreendido para resolver alguma dívida técnica de documentação específica e o retorno que este empreendimento poderá resultar. Assim como na atividade anterior, é recomendado que a equipe trabalhe de forma conjunta nas avaliações, ressaltando ainda que cada membro terá maior poder de decisão sobre a avaliação dos itens da dívida que forem relacionados ao seu conhecimento técnico específico. Para apoiar em sua avaliação, a equipe também deverá buscar informações no Plano de Gestão, na Base de Lições Aprendidas da organização e no Registro de Dívidas Técnicas. Este último artefato contém as dívidas técnicas de documentação a serem avaliadas. A opinião técnica e a experiência dos profissionais envolvidos são igualmente valorizadas como contribuição a esta avaliação.

Algumas unidades de medida podem ser utilizadas como referência na avaliação dos custos das dívidas técnicas de documentação, ou seja, na avaliação do esforço necessário a ser empreendido para sua resolução. Segundo GUO *et al.* (2011), a estimativa do custo pode ser baseada em quantos e quais membros da equipe devem ser

mobilizados para resolver alguma dívida específica. Reforçando a questão mencionada pelo autor, pode-se citar como uma das unidades de medida existentes a relação homem-hora, embora o investimento financeiro seja outro fator a ser considerado como referência para a avaliação dos custos. A avaliação do custo para este método foi definida na relação homem-hora. A relação homem-hora mede a quantidade de trabalho realizada por um indivíduo durante o período de uma hora.

Assim como na atividade anterior, é necessário registrar no RDT a avaliação dos custos de cada dívida técnica de documentação, classificando-os como “Alto”, “Médio” ou “Baixo”. Buscando propiciar uma visão mais mensurável à avaliação dos custos, este método propõe a associação de valores percentuais às classificações, conforme apresentado a seguir:

- **Alto:** maior que 20% do total de tempo ou recursos disponíveis;
- **Médio:** de 10 a 20% do total de tempo ou recursos disponíveis;
- **Baixo:** menor que 10% do tempo ou recursos disponíveis.

A utilização destes valores percentuais é sugerida apenas como uma estimativa superficial. Cabe a cada organização definir de forma mais precisa estes percentuais, assim como associá-los a valores financeiros (se for o caso), de acordo com sua realidade.

Depois de realizada a avaliação dos custos, deve-se, por conseguinte, avaliar o benefício proveniente da resolução da dívida. Para isso, é recomendado que tanto a equipe quanto as demais partes interessadas do produto apoiem esta avaliação. Como apoio à avaliação dos benefícios, entradas como o Plano de Gestão, a Base de Lições Aprendidas, a opinião técnica e a experiência dos profissionais envolvidos são de grande valia. Assim como realizado nas atividades anteriores, as avaliações do benefício das dívidas devem ser igualmente registradas no artefato Registro de Dívidas Técnicas. A percepção de benefício é algo subjetivo, consequentemente fazendo com que as organizações definam seus próprios critérios de avaliação. Porém, com o intuito de apoiar as equipes na estimativa dos benefícios, este método propõe uma avaliação qualitativa baseada na análise conjunta do grau de criticidade resultante da avaliação de probabilidade x impacto e do custo das dívidas. Para avaliar os benefícios, primeiramente devem-se verificar os resultados das avaliações de probabilidade e de impacto de cada dívida presente no Registro de Dívidas Técnicas. A partir dos

resultados obtidos, a matriz de probabilidade x impacto deve ser utilizada como referência para avaliar o grau de criticidade das dívidas. A Tabela 29 apresenta a matriz proposta para esta finalidade.

Tabela 29: Matriz de Probabilidade x Impacto

PROBABILIDADE	ALTA	Médio	Alto	Alto
	MÉDIA	Baixo	Médio	Alto
	BAIXA	Baixo	Baixo	Médio
		BAIXO	MÉDIO	ALTO
IMPACTO				

Os resultados das possíveis combinações entre a probabilidade e o impacto de cada dívida são classificados como “Alto”, “Médio” ou “Baixo”. Exemplificando a avaliação do grau de criticidade, caso a probabilidade da ocorrência de uma dívida específica tenha sido classificada como “Média” e seu impacto classificado como “Alto”, o grau de criticidade desta dívida será classificado como “Alto”. Depois de avaliado o grau de criticidade, a avaliação do benefício pode ser efetuada observando-se a relação entre o resultado obtido do grau de criticidade e da avaliação do custo de cada dívida. O Registro de Dívidas Técnicas deve ser consultado neste momento para verificar o resultado da avaliação do custo das dívidas. A Tabela 30 apresenta a matriz de grau de criticidade x custos com suas respectivas combinações de resultados.

Tabela 30: Matriz de Grau de Criticidade x Custos

PROBABILIDADE	ALTA	Médio	Alto	Alto	GRAU DE CRITICIDADE	ALTO	Alto	Alto	Médio
	MÉDIA	Baixo	Médio	Alto		MÉDIO	Alto	Médio	Baixo
	BAIXA	Baixo	Baixo	Médio		BAIXO	Médio	Baixo	Baixo
		BAIXO	MÉDIO	ALTO			BAIXO	MÉDIO	ALTO
IMPACTO					CUSTO				

Para exemplificar a avaliação do benefício, caso o grau de criticidade de uma dívida tenha sido classificado como “Alto” (usando como referência o resultado do exemplo anterior) e o custo desta mesma dívida tenha sido classificado também como “Alto”, logo o benefício desta dívida será classificado como “Médio”. Compreende-se, baseado no resultado deste exemplo, que embora seja evidente a necessidade de se pagar dívidas consideradas críticas ao produto, caso o custo para a resolução desta dívida seja elevado, o benefício obtido pode não ser tão vantajoso para a organização. O

motivo para identificar e mensurar as dívidas é facilitar a tomada de decisão, sendo estas as bases para o gerenciamento da dívida técnica. A escolha das soluções adequadas e a tomada de decisão em relação às dívidas técnicas de documentação a serem pagas são realizadas na etapa seguinte.

4.6. Etapa 3: Elaborar Estratégia de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação

O objetivo de identificar e mensurar as dívidas técnicas é facilitar a tomada de decisões (SEAMAN *et al.* 2012). Assim, uma vez identificadas e mensuradas as dívidas, torna-se então possível iniciar a priorização e a decisão de quais devem ser pagas. Esta etapa é composta por três atividades principais: priorizar as dívidas a serem pagas, elaborar o plano de resolução das dívidas técnicas de documentação e executar o plano de resolução das dívidas técnicas de documentação. A Figura 12 apresenta os detalhes desta etapa.

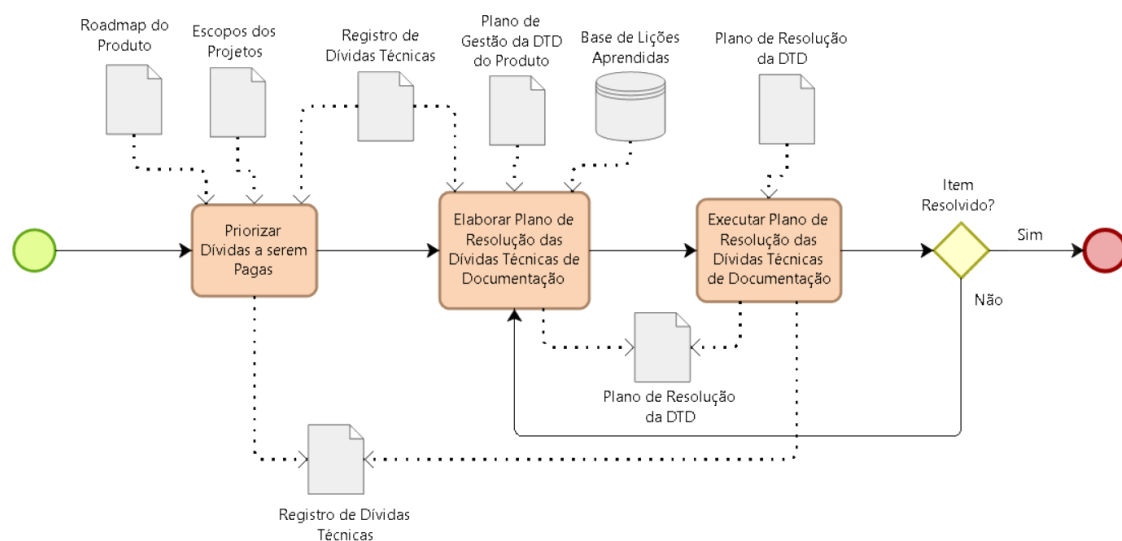


Figura 12: Etapa 3: Elaborar Estratégia de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação

O principal resultado desta etapa é o “Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação” (PRDTD). O Plano é organizado por ciclos de resolução e neles são registrados grupos de dívidas técnicas a serem solucionadas por determinados membros da equipe responsável pela gestão da dívida técnica de documentação do produto em um período predefinido. Além destes dados, devem ser registradas no Plano as propostas de soluções a serem aplicadas a cada dívida técnica de documentação e a estimativa de

horas necessárias à sua resolução. Este artefato também disponibiliza gráficos dinâmicos de desempenho para apoiar as equipes durante o monitoramento das dívidas. A Figura 13 apresenta a proposta de um modelo para o Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação, organizado por ciclos de resolução.

	PLANO DE RESOLUÇÃO DA DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO (PRDTD)
---	---

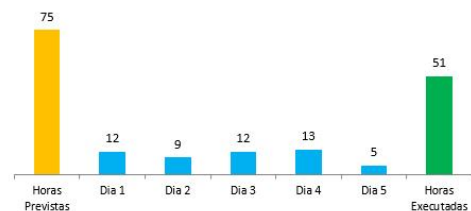
Organização: <Nome da Organização>

Produto: <Nome do Produto>

Versão: 01

Ciclo de Resolução 1

Código	Dívida Técnica	Solução Proposta	Responsável	Horas Previstas	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Horas Executadas	Situação
CA01	Causa 01	Solução 01	Profissional 01	40	10	8	5	8		31	Em Andamento
CA02	Item 01	Solução 02	Profissional 02	20	2	1	7	5	5	20	Resolvida
CA03	Item 02	Solução 03	Profissional 03	15						0	Pendente
TOTAL				75	12	9	12	13	5	51	



Ciclo de Resolução 2

Código	Dívida Técnica	Solução Proposta	Responsável	Horas Previstas	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Horas Executadas	Situação
CA04	Item 03	Solução 04	Profissional 04	20	5	5	3	5	2	20	Não Resolvida
CA05	Causa 02	Solução 05	Profissional 05	15	1	2	3	5	2	13	Pendente
TOTAL				35	6	7	6	10	4	33	

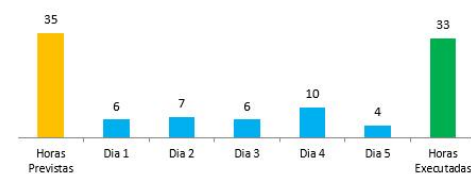


Figura 13: Visualização por Ciclos de Resolução da Proposta de Modelo do PRDTD

A Figura 14 apresenta a proposta do modelo do Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação sob a visão consolidada dos seus ciclos de resolução. O gráfico exibe o total de horas previstas para a realização de todos os ciclos de resolução do produto em questão e o total de horas realizadas até o momento de sua visualização.

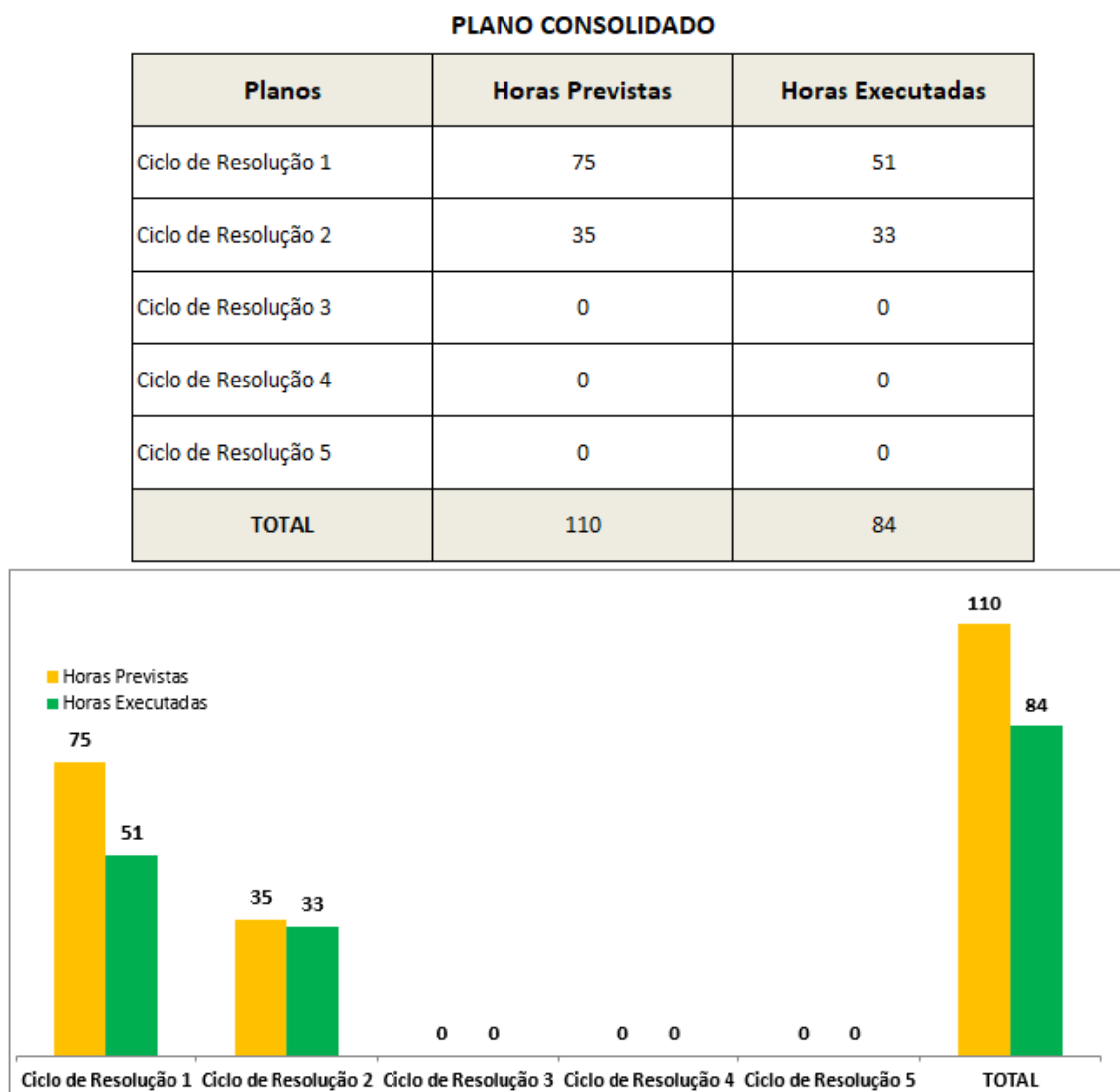


Figura 14: Visualização Consolidada da Proposta de Modelo do PRDTD

As atividades a serem executadas neste estágio são discutidas a seguir.

4.6.1. Priorizar Dívidas a Serem Pagas

O objetivo desta atividade é definir quais são as dívidas técnicas de documentação centrais, ou seja, aquelas que devem ser pagas prioritariamente. É recomendado que todas as partes interessadas do produto participem desta atividade. Tendo em vista o propósito desta atividade, recomenda-se também a participação de profissionais da área de negócio da organização.

O Roadmap do Produto e o Escopo dos Projetos são entradas que fornecem dados fundamentais para apoiar a equipe durante o processo de priorização. Ambos contêm em seus registros as áreas do produto a serem alteradas e que podem apresentar desafios ou sofrer parte dos impactos previstos. O Roadmap do Produto demonstra como será o produto a cada período de sua evolução. Pode ser considerado tanto como um documento estratégico quanto um plano para executar a estratégia. Já o Escopo dos Projetos indica o trabalho necessário a ser feito em cada projeto, com suas devidas características e funções específicas para entregar o produto.

Embora o principal artefato desta etapa seja o Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação (PRDTD), a utilização do Registro de Dívidas Técnicas (RDT) ainda se faz necessária. No RDT será registrada a priorização das dívidas a serem pagas. A razão pela qual esta atividade não é realizada concomitantemente às atividades de mensuração da etapa anterior se justifica pela utilização de critérios distintos de avaliação.

A priorização da dívida técnica não é uma atividade trivial, pois algumas dívidas podem ser importantes de serem pagas por razões técnicas, enquanto outras por motivos comerciais (YLI *et al.*, 2016b). Os critérios utilizados para avaliar a probabilidade, o impacto, o custo e o benefício são relacionados a questões técnicas da dívida. Todavia, os critérios utilizados na priorização das dívidas a serem pagas tem relação direta com o produto, tendo um caráter mais comercial.

Os critérios para a priorização das dívidas a serem pagas, assim como as técnicas a serem utilizadas, podem variar de acordo com a realidade e com a necessidade de cada organização. Porém, este método considera como um dos possíveis critérios de priorização os resultados obtidos nas avaliações realizadas na etapa anterior em relação à probabilidade, impacto, custo e benefício das dívidas. Assim, avaliações mais críticas tendem a ter um grau de prioridade maior. Outra forma de priorização das dívidas a serem pagas pode ser baseada nos objetivos estratégicos da organização, usando como base o Roadmap do produto. Para este cenário, a resolução das dívidas que favoreçam o cumprimento de metas e objetivos estratégicos da organização deve ser tratada como prioridade na lista. Dívidas que podem demandar muito tempo a serem pagas devem também ser levadas em consideração durante a atividade de priorização.

Depois de realizada a priorização das dívidas, torna-se possível buscar por soluções para pagá-las. Porém, antes de antes de pôr em práticas as ações necessárias, é preciso ter em mãos um plano de ação adequado. A atividade seguinte apresenta o Plano de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação (PRDTD).

4.6.2. Elaborar Plano de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação

O objetivo desta atividade é criar um plano onde são definidas as ações necessárias à resolução das dívidas técnicas de documentação. O Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação (PRDTD) é o artefato onde serão registradas todas as informações referentes a esta atividade.

O primeiro passo para a realização desta atividade é definir o período adequado à realidade da organização para executar as ações do plano. Para realizar esta tarefa, assim como todas as demais tarefas desta atividade, é necessário o trabalho em conjunto do Mentor com a equipe. Embora a decisão do período adequado deva ficar a cargo de cada organização, este método propõe a definição de um período de cinco dias (uma semana) para a execução de todo o ciclo do Plano de Resolução da Dívida. Da mesma forma, é sugerido que as tarefas a serem realizadas tenham, no máximo, oito horas de duração, ou seja, aproximadamente um dia de trabalho. A definição deste período tem como base a jornada de trabalho semanal adotada pela maioria das organizações, considerando que o período definido seja adequado à realidade da organização e que comporte o esforço necessário para a resolução das dívidas técnicas.

Depois de estabelecido o período, deve ser definido o grupo de dívidas a serem pagas dentro deste período. Para apoiar esta tarefa, a equipe deve recorrer ao Registro de Dívidas Técnicas, onde estão listadas todas as dívidas técnicas de documentação do produto, devidamente priorizadas. Usando as informações disponibilizadas no RDT como referência, cabe agora à equipe determinar a quantidade dívidas que será capaz de resolver dentro do período estabelecido.

O próximo passo desta atividade é selecionar a solução adequada para resolver cada dívida dentro do prazo estabelecido. Para esse fim, a equipe deve consultar o Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto. Este artefato fornece uma lista de boas práticas de documentação para apoiar o gerenciamento das dívidas técnicas. Estas informações podem ser úteis à equipe na escolha de possíveis soluções para as dívidas selecionadas. Da mesma forma, a equipe deve recorrer à Base de Lições

Aprendidas da organização para obter informações que possam contribuir para a execução desta tarefa. Dentre as fontes de informação disponíveis para auxiliar na escolha da melhor solução, a opinião técnica dos profissionais envolvidos é uma das mais eficazes. A experiência dos profissionais envolvidos na equipe pode ser um diferencial para o êxito na execução das tarefas.

Uma vez selecionadas as soluções candidatas, deve-se definir quais profissionais serão responsáveis pela resolução de cada dívida. Esta definição deve ser fundamentada no conhecimento técnico dos membros da equipe. Os profissionais devem ser designados a resolver as dívidas cujas características sejam relacionadas aos seus conhecimentos técnicos. Para apoiar esta decisão, o Plano de Gestão deve ser novamente consultado, uma vez que disponibiliza a lista previamente definida dos membros da equipe responsável pela gestão da dívida técnica de documentação do produto e seus respectivos papéis e responsabilidades. Ao final desta atividade, todas as informações coletadas devem ser devidamente registradas no Plano de Resolução da Dívida. Assim, dá-se início a um novo ciclo de resolução para executar efetivamente as soluções propostas.

4.6.3. Executar Plano de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação

Esta atividade visa executar o que foi elaborado no Plano de Resolução da Dívida, ou seja, pôr em prática as soluções propostas para as dívidas. O Plano de Resolução da Dívida é o artefato de entrada usado como referência para a execução desta atividade. Para garantir a eficácia desta atividade, é necessário que a equipe atualize regularmente as informações do Plano de Resolução da Dívida, embora o Mentor seja o principal responsável pelo gerenciamento deste artefato. Cada profissional deve atualizar as dívidas que estão sob sua responsabilidade, informando o número de horas diárias trabalhadas e a situação em que a dívida se encontra no seu atual momento. O total de horas trabalhadas (executadas) durante o ciclo de resolução é calculado automaticamente e exibido graficamente no PRDTD.

De acordo com os critérios predefinidos para a elaboração do Plano de Resolução da Dívida, uma dívida pode estar em situação de: “Pendente”, “Em Andamento”, “Resolvida” e “Não Resolvida”. Ao iniciar um ciclo de resolução, todas as suas dívidas encontram-se como “Pendente”. A partir do momento em que as atividades para executar as soluções propostas se iniciam, o responsável pela dívida em

questão deve alterar sua situação para “Em Andamento”. Ao fim do ciclo, caso a solução proposta tenha obtido êxito, a dívida deve ser definida como “Resolvida”. Todavia, caso não tenha sido possível pagar o item da dívida dentro do prazo predefinido, sua situação será definida como “Não Resolvida”.

Uma vez que a dívida não tenha sido paga no ciclo de resolução para o qual foi inicialmente selecionada, é possível inserir esta dívida em outro ciclo. Para tal, é necessário que a equipe reveja o Plano de Resolução da Dívida e decida por incluir ou não a dívida em questão em um novo ciclo de resolução. Caso seja decidido incluí-la em um novo ciclo, esta dívida retornará à atividade anterior desta etapa (Elaborar Plano de Resolução das Dívidas Técnica de Documentação). Porém, caso decida-se por não incluir a dívida em um novo ciclo, será considerada como “assumida” pela equipe.

4.7. Etapa 4: Monitorar Dívidas Técnicas de Documentação

Esta atividade visa compartilhar os resultados obtidos pela execução DOTED com todas as partes interessadas envolvidas no produto. Considera-se de suma importância divulgar tais informações para evidenciar as questões relacionadas às dívidas técnicas de documentação. Além da importância de divulgar as informações, vale ressaltar a relevância nesta etapa da atualização da documentação relacionada ao produto. Não obstante, registrar as lições aprendidas durante a execução do método é crucial para que aplicações futuras do DOTED possam tirar proveito do conhecimento adquirido. As informações geradas podem ser fundamentais para apoiar o gerenciamento da dívida técnica de documentação de outros produtos e/ou iterações. A Figura 15 apresenta os detalhes desta etapa.

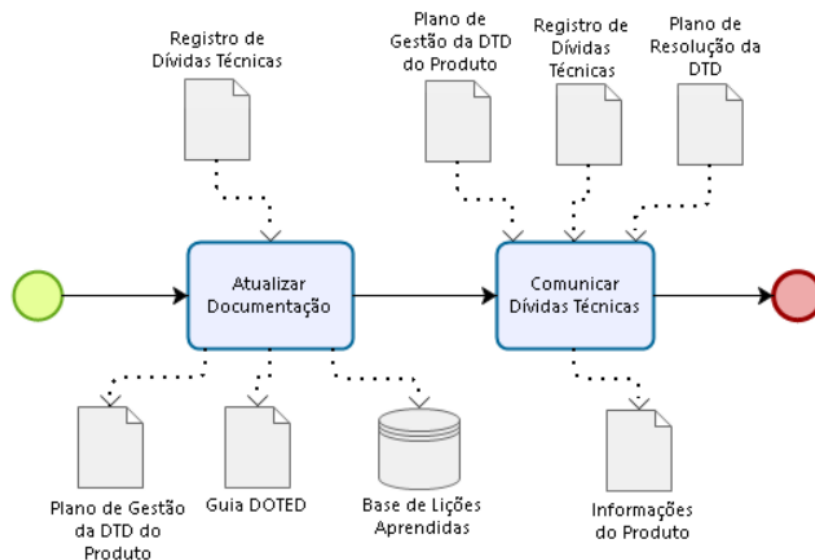


Figura 15: Etapa 4: Monitorar Dívidas Técnicas de Documentação

Esta etapa consiste basicamente em atualizar a documentação e comunicar as dívidas técnicas. As próximas seções descrevem as atividades desta etapa e seus respectivos artefatos.

4.7.1. Atualizar Documentação

Esta atividade tem como objetivo atualizar a documentação relacionada ao produto com as informações obtidas e geradas durante a execução do método. O Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto deve ser atualizado com novas informações sobre causas, consequências, boas práticas e exemplos de documentação identificados durante a execução do método e com eventuais alterações ocorridas na equipe do produto. Considera-se também de extrema relevância registrar as lições aprendidas (pontos positivos, pontos negativos, sugestões de melhoria, pontos de atenção, etc.) decorrentes da execução do DOTED, com o propósito de prover conhecimento a aplicações futuras e melhorias no próprio método. O Registro de Dívidas Técnicas é um artefato de entrada considerado de suma importância para esta atividade. Nele estão presentes as informações obtidas em relação às dívidas técnicas de documentação identificadas durante a execução do DOTED. Recomenda-se que todos os membros da equipe responsável pela gestão da dívida técnica do produto participem da realização desta tarefa, buscando assim obter o maior número possível de contribuições. Todavia, a consolidação das informações em todos os artefatos do DOTED fica a cargo do Mentor.

Uma das tarefas desta atividade consiste na atualização do Guia DOTED. Embora grande parte das informações presentes neste artefato sejam inicialmente as mesmas contidas no Plano de Gestão, o Guia DOTED é considerado como um documento que detém informações de interesse da organização como um todo. Por outro lado, as informações contidas no Plano de Gestão são consideradas de interesse específico do produto. Logo, a equipe deve sugerir ao setor responsável pelos processos da organização (Setor de Qualidade, por exemplo) que o Guia DOTED seja atualizado com os novos elementos identificados durante a execução do método, pertinentes aos interesses da organização.

4.7.2. Comunicar Dívidas Técnicas

Esta atividade tem como objetivo reforçar a necessidade de divulgar todo o conhecimento obtido durante a execução do método. Ressalta-se a importância de compartilhar os resultados obtidos com as demais partes interessadas da organização em locais como fóruns, grupos de comunicação e malas diretas. Da mesma forma, considera-se de igual importância atualizar os repositórios de informações da organização, como WIKIs e diretórios de arquivos. O Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto, o Registro de Dívidas Técnicas e o Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação devem ser considerados como insumos para a realização desta atividade. Os resultados obtidos devem ser divulgados por todas as partes interessadas do produto.

4.8. Considerações Finais

Este capítulo apresentou o DOTED, um método criado para apoiar o gerenciamento das dívidas técnicas de documentação de organizações que desenvolvem produtos de software. O DOTED possui quatro fases: Criar ou Revisar Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto, Identificar e Mensurar Dívidas Técnicas de Documentação, Elaborar Estratégia de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação e Monitorar Dívidas Técnicas de Documentação. Os principais papéis envolvidos na execução do método são o Mentor e a equipe responsável pela gestão da dívida técnica de documentação do produto. Tanto o Mentor quanto a equipe atuam diretamente em todas as etapas do método. Porém, o Mentor possui um conhecimento mais aprofundado sobre os conceitos de dívida técnica e de toda a estrutura do DOTED,

assumindo assim a responsabilidade de apoiar a equipe durante a execução do método. A estrutura do DOTED é fundamentada na definição do produto, na identificação, mensuração e resolução das dívidas técnicas de documentação. Neste capítulo foi apresentada a descrição das etapas, suas respectivas atividades e tarefas, os principais papéis envolvidos e os artefatos utilizados no DOTED.

O próximo capítulo apresenta a avaliação do método em um estudo de caso. O estudo de caso visa avaliar o método em relação a sua utilidade e sua facilidade de uso. Os resultados obtidos com o estudo servirão de insumos para a melhoria do DOTED.

5. AVALIAÇÃO DO MÉTODO

5.1. Introdução

Após a construção do método, faz-se necessário avaliá-lo. Decidiu-se como avaliação do DOTED a realização de um estudo de caso em um contexto prático na indústria de software. Um setor de desenvolvimento de uma organização referência mundial em saúde pública foi escolhido para a realização do estudo e o método foi executado em um de seus produtos. Este capítulo apresenta os detalhes do estudo de caso e seus achados.

5.2. Planejamento do Estudo de Caso

O estudo de caso foi executado na mesma organização onde foi realizado o estudo qualitativo apresentado no Capítulo 3 desta dissertação (Organização A) e tem como propósito avaliar com o menor viés possível se o DOTED atinge o objetivo de apoiar a organização no gerenciamento de suas dívidas técnicas de documentação. Utilizou-se o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) proposto por DAVIS *et al.* (1989). Este modelo propõe avaliar tecnologias quanto a sua utilidade e facilidade de uso.

A partir do paradigma do GQM (BASILI *et al.*, 1994), o objetivo deste estudo foi definido como:

Analisar o DOTED

Com o propósito de avaliar a viabilidade de sua aplicabilidade

Em relação à utilidade e facilidade de uso

Do ponto de vista da equipe de desenvolvimento

No contexto de um produto de software

Segundo DAVIS (1989), as definições de utilidade percebida e facilidade de uso percebida são as seguintes:

Utilidade Percebida: o grau em que uma pessoa acredita que usar determinado sistema aumentaria seu desempenho no trabalho. Isso decorre da definição da palavra “útil”: capaz de ser usada vantajosamente. Portanto, uma ferramenta com alta utilidade percebida é aquela em que um usuário acredita na existência de uma relação positiva entre uso e desempenho.

Facilidade de Uso Percebida: refere-se ao grau em que uma pessoa acredita que usar determinado sistema estaria livre de esforço. Isso decorre da definição de “facilidade”: ausência de dificuldade ou de grande esforço. Uma ferramenta fácil de usar é mais provável de ser aceita pelos usuários.

Em relação à Utilidade Percebida, foi definida a seguinte questão de pesquisa:

QP1: O método apoia efetivamente o gerenciamento da dívida técnica de documentação?

O objetivo desta questão de pesquisa é avaliar se, de fato, o método apoia a organização em relação à forma como lida com a dívida técnica de documentação em seus produtos de software.

Em relação à Facilidade de Uso Percebida, foram definidas três questões de pesquisa:

QP2: A equipe é capaz de executar o DOTED usando o conteúdo do próprio método (descrição das etapas, atividades, tarefas e artefatos)?

O objetivo desta questão de pesquisa é avaliar se a equipe estaria apta a executar o método sem depender de apoio externo. Para avaliar a autonomia da equipe, alguns fatores devem ser observados, tais como: a frequência que a equipe recorre a apoio externo, o tipo de ajuda solicitada e relatos de obstáculos encontrados durante a execução do método.

QP3: As informações disponibilizadas pelo método são suficientes?

O objetivo desta questão de pesquisa é avaliar se as informações fornecidas pelo método são incompletas, ambíguas, difíceis de entender, se existem informações erradas, não claras, conflitantes ou suficientes.

QP4: As atividades presentes no método estão bem definidas?

Esta questão de pesquisa tem como objetivo avaliar se as informações relacionadas às atividades estão descritas apropriadamente ou se existe alguma atividade não condizente à etapa onde se encontra.

As respostas às questões de pesquisa são obtidas por meio de questionários aplicados à equipe e de informações coletadas pelo pesquisador durante a execução do estudo de caso. A estrutura dos questionários tem como base os questionários propostos por DAVIS (1989) e a “Escala Likert”, sendo esta última baseada nos questionários de LANUBILE *et al.* (2003). Os itens da escala definidos para os questionários são: “Concordo Plenamente”, “Concordo Fortemente”, “Concordo Parcialmente”, “Discordo Parcialmente”, “Discordo Fortemente” e “Discordo Totalmente”. Embora a Escala Likert contemple um sétimo item contendo um valor neutro, este não foi aplicado. De acordo com LAITENBERGER e DREYER (1998), um valor neutro não fornece informações sobre a direção na qual o participante está inclinado (concordando ou discordando). A Tabela 31, Tabela 32 e a Tabela 33 apresenta as afirmações presentes nos questionários para a utilidade percebida, facilidade de uso percebida e, de forma complementar, a propensão à utilização futura. Todos os questionários contêm campos abertos para que os participantes possam comentar livremente, se acharem conveniente, sobre suas respostas.

Tabela 31: Afirmações Associadas à Avaliação da Utilidade Percebida

Afirmação
1. Usar o DOTED torna mais eficiente a identificação e a mensuração das dívidas técnicas de documentação.
2. Usar o DOTED faz com que seja possível solucionar as dívidas técnicas de documentação de forma mais eficaz.
3. Usar os artefatos do DOTED auxilia efetivamente a equipe durante a execução do método.
4. Usar o DOTED aumenta a percepção da presença de dívidas técnicas de documentação no produto.
5. De forma geral, o DOTED é útil para se gerenciar dívidas técnicas de documentação.

Tabela 32: Afirmações Associadas à Facilidade de Uso Percebida

Afirmação
1. As atividades e tarefas do DOTED podem ser realizadas sem dificuldades.
2. De forma geral, o DOTED é fácil de usar.

Tabela 33: Afirmações Associadas à Propensão à Utilização Futura

Afirmação
1. Assumindo que o DOTED estivesse disponível no meu trabalho, usaria regularmente no futuro.
2. Preferiria usar o DOTED para gerenciar as dívidas técnicas de documentação em meus projetos do que a forma como era gerenciada anteriormente.

A proposta do estudo de caso consiste na execução de todas as etapas do DOTED, fazendo com que os participantes do estudo realizem todas as atividades presentes em cada uma das quatro etapas do método. Foi sugerido que a equipe do produto reservasse, pelo menos, uma hora do seu dia de trabalho para a realização do estudo. As horas e os dias específicos foram definidos com base na agenda da equipe e da organização.

Embora a realização em grupo das atividades do DOTED seja considerada como uma boa prática, em função dos compromissos de trabalho dos participantes, as atividades foram realizadas individualmente.

5.3. Coleta de Dados

O pesquisador responsável pela condução do estudo de caso e pela coleta dos dados trabalha na mesma organização onde foi realizado o estudo, porém em uma unidade distinta. A coleta de dados foi feita de duas formas durante a realização do estudo: a primeira foi realizada durante a execução do método. O pesquisador obteve informações através das dúvidas dos participantes, dos problemas relatados, de ajudas solicitadas e dos comentários da equipe do produto. Durante toda a execução do estudo, o pesquisador registrou suas observações para que fossem futuramente analisadas. A segunda forma foi realizada ao final da execução do método. O pesquisador aplicou questionários aos participantes para obter respostas sobre suas percepções em relação ao método como um todo, usando como base o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM).

5.4. Contexto do Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado na coordenação de TI da Organização A. O DOTED foi executado em um produto específico da organização. Este produto tem como finalidade a obtenção e o controle de currículos Lattes junto à base de dados do CNPq, mantendo e controlando as atualizações, pesquisas e acessos aos currículos armazenados na base da organização. O produto em questão se encontrava em um estágio avançado de desenvolvimento. O estudo foi realizado no período entre julho e agosto de 2019.

A equipe do produto era composta pelo: Coordenador Geral e Patrocinador, Gerente de Sistemas, Administrador de Banco de Dados (DBA), Analista de Requisitos e Desenvolvedor. Porém, a equipe responsável pela execução do método contou apenas com a participação do Gerente de Sistemas, do Analista de Requisitos e do Desenvolvedor. Todos os participantes do estudo estavam diretamente engajados ao produto no qual o DOTED foi executado. O papel do Mentor do método foi exercido pelo pesquisador responsável pela condução do estudo de caso e criador do DOTED.

Antes da execução do método, foi apresentado aos participantes o objetivo do estudo, com o intuito de dar uma visão geral das etapas e atividades que compõem o método assim como dos conceitos básicos sobre dívida técnica. Além da apresentação, foi criado junto à equipe um cronograma de execução do método. Ao final da apresentação, a participação dos membros da equipe foi formalizada por meio da assinatura do “Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento” (TCLE), cujo modelo encontra-se no Apêndice IV.

5.5. Execução do Método

O estudo de caso foi realizado ao longo de quatro semanas, embora apenas onze dias deste período tenham sido efetivamente utilizados para a execução do método. Algumas das datas predefinidas no cronograma do estudo foram canceladas em função da indisponibilidade de alguns participantes. A Tabela 34 apresenta de forma detalhada o cronograma do estudo.

Tabela 34: Cronograma do Estudo de Caso

Data	Participante	Etapa	Situação
08 de julho de 2019	Gerente	E1	Cancelada
09 de julho de 2019	Gerente	E1	Realizada
10 de julho de 2019	Gerente	E1	Cancelada
10 de julho de 2019	Analista	E1	Realizada
12 de julho de 2019	Analista	E2	Realizada
12 de julho de 2019	Desenvolvedor	E1	Realizada
16 de julho de 2019	Desenvolvedor	E2	Realizada
18 de julho de 2019	Desenvolvedor	E3	Realizada
19 de julho de 2019	Gerente	E3	Cancelada
19 de julho de 2019	Analista	E3	Realizada
22 de julho de 2019	Gerente	E2 e E3	Realizada
24 de julho de 2019	Desenvolvedor	E3 e E4	Realizada
30 de julho de 2019	Analista	E3 e E4	Cancelada
05 de agosto de 2019	Analista	E3 e E4	Realizada
05 de agosto de 2019	Gerente	E3 e E4	Realizada

Na primeira etapa do DOTED (Criar ou Revisar Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto), o Mentor e o Gerente iniciaram as atividades “Elicitar Contexto do Produto” e “Definir a Equipe Responsável pela Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto”. Neste momento, o Plano de Gestão da Dívida Técnica do Produto foi atualizado pela primeira vez com as informações fornecidas pelo Gerente, sendo posteriormente complementadas pelo Analista e o Desenvolvedor. As informações necessárias às atividades seguintes, relativas à documentação do produto, foram fornecidas por todos os participantes do estudo e atualizadas no Plano de Gestão pelo Mentor. Devido ao fato de as informações relativas tanto à Organização A quanto aos participantes do estudo serem confidenciais, não é possível apresentar o conteúdo do Plano de Gestão utilizado no estudo de caso. Porém, o modelo deste artefato pode ser visualizado no Apêndice III.

Para obter as informações pertinentes à atividade seguinte (Identificar a Documentação Esperada para o Produto), foi utilizada como referência a metodologia de desenvolvimento da organização. Com relação à atividade seguinte, “Identificar a Documentação Incorporada ao Produto”, apenas um artefato usado no produto, e não preconizado pela organização, foi identificado pela equipe: o “Modelo de Solicitação de Microserviços”. Depois de elicitado o contexto do produto, definida sua equipe e identificada a documentação, iniciou-se a atividade de “Adaptar o Guia DOTED ao Produto”. Para facilitar a adaptação do Guia DOTED ao contexto do produto, todos os elementos do Guia (causas, consequências, boas práticas e exemplos documentação) foram copiados e colados no Plano de Gestão. Seguidamente, foram selecionados pela equipe apenas aqueles considerados pertinentes à realidade do produto. Como uma possível melhoria no processo de seleção, o Desenvolvedor sugeriu que fossem inseridos “checkboxes” ao lado de cada elemento. Assim, bastaria a equipe marcar os itens que achasse pertinentes.

Após a conclusão da primeira etapa, deu-se início à etapa “Identificar e Mensurar Dívidas Técnicas de Documentação”. A primeira atividade desta etapa (Identificar Dívidas Técnicas de Documentação do Produto) foi inicialmente executada pelo Mentor e o Analista, sendo posteriormente executada pelo Mentor e o Desenvolvedor. Vale ratificar que todas as etapas e atividades do DOTED foram realizadas tendo a participação direta do Mentor. Para auxiliar na identificação das dívidas, os participantes lançaram mão do Plano de Gestão, onde consta a lista com as

possíveis causas da dívida técnica de documentação relacionadas ao produto em questão. Baseados nesta lista, os participantes identificaram quais dívidas estariam diretamente relacionadas à realidade do produto e que precisariam ser gerenciadas.

Durante a execução do estudo de caso, observou-se que os itens das dívidas técnicas e suas causas não estavam sendo diferenciados. Tanto causas quanto itens foram inseridos da mesma forma no Registro de Dívidas Técnicas, embora definidas soluções específicas para cada situação. Depois de percebido o equívoco, foram criados campos distintos no RDT para registrar individualmente os itens e as causas das dívidas técnicas identificadas. Estas alterações foram aplicadas na versão final do DOTED, apresentada no Capítulo 4 desta dissertação.

Além das dívidas identificadas nas referências contidas no Plano de Gestão, os participantes identificaram quatro novas causas de dívida técnica de documentação que não constavam na lista predefinida. Todas as dívidas identificadas foram referenciadas a uma dívida pré-existente através do seu código, justamente para facilitar a rastreabilidade e a interoperabilidade entre os artefatos. Para as dívidas identificadas, tendo como base a lista predefinida no Plano de Gestão, foram mantidos os respectivos códigos. Para as novas dívidas identificadas, foram gerados outros códigos, mantendo o padrão alfanumérico de codificação utilizado anteriormente (exemplo: CA48, CA49, CA50 e CA51). Mesmo sendo associadas a codificações das dívidas predefinidas, as novas dívidas identificadas permaneceram com as descrições elaboradas pelos participantes, de forma a facilitar sua compreensão durante a execução das etapas e atividades seguintes do método. Todas as dívidas técnicas de documentação identificadas nesta atividade foram devidamente registradas no artefato “Registro de Dívidas Técnicas” (RDT).

A segunda atividade desta etapa consiste em “Realizar Avaliação Probabilidade x Impacto” das dívidas identificadas no produto. Para a realização desta atividade, além de critérios pessoais, como experiências vivenciadas em outros projetos, os participantes usaram como referência os parâmetros de mensuração propostos pelo DOTED. O Analista e o Desenvolvedor atuaram mais intensamente nesta atividade e cada um avaliou a probabilidade e o impacto de todas as dívidas identificadas. Contudo, em função de o estudo ter sido realizado individualmente com os participantes, as informações foram registradas em momentos distintos. Por conseguinte, foi criada uma versão do Registro de Dívidas Técnicas para registrar os dados fornecidos pelo Analista

e outra pelo Desenvolvedor. Em consequência de as dívidas identificadas terem, em sua maioria, uma relação estreita a questões gerenciais, foi dado prioridade às avaliações do Analista, visto que seu conhecimento técnico estaria mais próximo às características destas dívidas. O Mentor foi responsável por consolidar os dados em uma versão final do RDT. Para apoiar a avaliação da probabilidade de ocorrência da dívida, a equipe contou com o conhecimento técnico e, basicamente, com a experiência profissional de seus membros. Todavia, no tocante à avaliação do impacto, além das referências citadas anteriormente, a equipe também lançou mão novamente do Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto. A análise das consequências listadas no Plano proporcionou à equipe uma visão mais nítida dos possíveis impactos das dívidas sobre o produto.

Na atividade seguinte (Realizar Avaliação Custo x Benefício), foram adotados os mesmos procedimentos realizados na atividade anterior, assim como os critérios utilizados para a priorização dos resultados das avaliações. Com relação à avaliação dos custos, foi adotada a relação homem/hora para mensurar o esforço necessário a ser empreendido, uma vez que a equipe era composta em sua maioria por profissionais terceirizados e remunerados por demanda de serviços. Para a avaliação dos benefícios, a “Matriz de Grau de Criticidade x Custos” foi de grande valia à equipe. Embora os participantes tenham se baseado em critérios pessoais, a referência dos possíveis resultados evidenciados da Matriz corroborou a avaliação dos participantes. A Figura 16 apresenta o Registro de Dívidas Técnicas de Documentação com as informações registradas nesta etapa.



Organização: Organização A

Produto: XPTO

Versão: 01

Código	Item da Dívida	Causa da Dívida	Responsável Identificação	Data Identificação	Probabilidade	Impacto	Custo	Benefício	Prioridade	Situação	Data Conclusão	Observações
CA05		Falta de tempo para documentar	Analista	12/07/2019	Média	Alto	Médio	Alto	1	Pendente		
CA22	Documento de visão incompleto		Analista	12/07/2019	Alta	Médio	Médio	Alto	2	Assumida	19/07/2019	
CA04	Documento de visão Desatualizado		Analista	12/07/2019	Média	Médio	Médio	Médio	3	Assumida	19/07/2019	
CA24		Falta de recursos humanos para documentar	Analista	12/07/2019	Alta	Alto	Alto	Alto	4	Pendente		
CA51		Ponto focal tratando diretamente com o desenvolvedor (Não cumprimento dos processos de documentação definidos na metodologia da organização)	Analista	12/07/2019	Alta	Alto	Baixo	Alto	5	Pendente		
CA03	Ausência de um plano de comunicação (comunicação eficaz)		Analista	12/07/2019	Alta	Alto	Médio	Alto	6	Pendente		
CA33		Os processos de documentação preconizados pela organização não são seguidos na íntegra	Desenvolvedor	12/07/2019	Alta	Médio	Alto	Médio	7	Pendente		
CA48		Metodologia de desenvolvimento da organização obsoleta	Desenvolvedor	16/07/2019	Média	Médio	Alto	Alto	8	Pendente		
CA50		Comunicação falha entre as equipes de organizações distintas para um mesmo sistema (Processo de documentação inadequado entre equipes de organizações distintas devido a falhas na comunicação)	Desenvolvedor	16/07/2019	Alta	Médio	Médio	Médio	9	Pendente		
CA49		Documentação externa desatualizada (A organização depende da documentação de fontes externas, porém a mesma se encontra desatualizada)	Desenvolvedor	16/07/2019	Alta	Alto	Alto	Alto	10	Pendente		
CA03	Ausência de documentação para desenvolver (requisitos, arquitetura, BD, etc.)		Desenvolvedor	16/07/2019	Alta	Alto	Alto	Alto	11	Pendente		
CA03	Ausência do caso de testes		Analista	12/07/2019	Alta	Alto	Médio	Alto	12	Pendente		
CA18		Preferência por se dedicar em entregar as funcionalidades do que documentar	Desenvolvedor	16/07/2019	Alta	Médio	Alto	Alto	13	Pendente		
CA18		Entregas em detrimento à documentação	Analista	12/07/2019	Alta	Alto	Alto	Alto	14	Pendente		
CA46	Os comentários no código não seguem um padrão		Desenvolvedor	12/07/2019	Baixa	Baixo	Médio	Alto	15	Paga	17/07/2019	
CA05		Falta de tempo para documentar	Desenvolvedor	16/07/2019	Alta	Alto	Alto	Alto		Pendente		

Figura 16: Registro de Dívidas Técnicas Utilizado no Estudo de Caso

Na terceira etapa do DOTED, a equipe concentrou-se principalmente em solucionar as dívidas técnicas de documentação identificadas e mensuradas na etapa anterior. O principal critério de prioridade definido pela equipe foi baseado nos benefícios que a resolução da dívida poderia trazer ao produto. Contudo, mesmo cientes da relevância deste critério, os participantes criaram a lista de prioridades principalmente em função da viabilidade de solucionar as dívidas dentro do prazo disponível à realização do estudo de caso. Para auxiliar em sua priorização, os participantes analisaram o “Grau de Criticidade” das dívidas e a classificação dos benefícios. Assim como na etapa anterior, esta atividade (Priorizar Dívidas a Serem Pagas) foi realizada individualmente pelos participantes. Da mesma forma, as informações foram registradas em versões distintas do RDT, sendo o Mentor responsável por gerar a versão final da lista de prioridades. Porém, como forma de validar as informações registradas, a lista final de prioridades foi apresentada a todos participantes e aprovada por unanimidade.

Depois de criada a lista de prioridades das dívidas, a equipe deu início à atividade seguinte: “Elaborar Plano de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação”. Os participantes do estudo dispunham de poucas horas de seu tempo para realizar as atividades do estudo de caso. A carga horária de trabalho dos profissionais da Organização A é de quarenta horas semanais, distribuídas em oito horas diárias durante um período de cinco dias. Assim, foi definido pelos membros da equipe um grupo de cinco dívidas a serem pagas, sendo estas consideradas por todos possíveis de serem solucionadas dentro do prazo disponível. Todas as informações relativas a esta atividade foram registradas no “Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação”.

Com o intuito de apoiar a decisão sobre quais seriam as melhores soluções para às dívidas selecionados, a equipe recorreu novamente ao Plano de Gestão. As boas práticas listadas no Plano foram consideradas como possíveis candidatas às soluções. Para cada solução proposta, foi registrado no Plano de Resolução seu respectivo responsável, além da estimativa de horas necessárias à sua resolução. No decorrer desta atividade, os participantes informavam diariamente a quantidade de horas executadas para a resolução dos itens das dívidas. O Mentor foi o responsável por atualizar tais informações no Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação. Assim como realizado na atividade “Identificar Dívidas Técnicas de Documentação do Produto”,

cada solução registrada no Plano de Resolução foi referenciada a uma boa prática predefinida no Plano de Gestão. Porém, embora não tenha sido identificada nenhuma nova boa prática durante o estudo, caso a equipe tivesse proposto alguma nova solução, esta deveria ser devidamente codificada e atualizada no Plano de Gestão (atividade pertencente à etapa seguinte).

Na atividade seguinte (Executar Plano de Resolução das Dívidas Técnicas de Documentação), foram colocadas em prática as propostas de resolução elaboradas no “Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação”. Embora o método recomende que sejam identificadas todas ou o maior número possível de dívidas técnicas de documentação do produto, para a realidade deste estudo de caso a equipe restringiu-se à identificação de apenas dezesseis. Das dezesseis dívidas identificadas, apenas cinco foram selecionadas a serem pagas, porém apenas duas tiveram suas soluções efetivamente implementadas. Não foi possível executar as demais soluções propostas em função da disponibilidade de tempo limitada dos participantes do estudo.

O Desenvolvedor ficou incumbido de solucionar apenas uma das dívidas predefinidas (item da dívida): “Os comentários no código não seguem um padrão”, sendo esta tarefa concluída com sucesso dentro das 4 horas previstas para sua realização. O Analista foi responsável por solucionar duas das dívidas predefinidas na lista de prioridades: “Documento de visão incompleto” e “Documento de visão Desatualizado”. Com o intuito de otimizar a resolução destes itens da dívida, determinou-se que fossem agrupados em apenas um: “Documento de Visão incompleto e desatualizado”. Foram previstas 26 horas para a resolução deste item da dívida dentro do primeiro ciclo. Porém, ainda em função da disponibilidade de tempo limitada do Analista, não foi possível concluir a solução proposta dentro do prazo estimado. Considerando-se que o objetivo deste estudo de caso é avaliar o DOTED em relação à sua utilidade e facilidade de uso, o não pagamento das dívidas não foi um fator comprometedor à validade do estudo, uma vez que avaliar o tratamento das dívidas pela organização não faz parte do escopo deste trabalho.

Embora seja fortemente recomendada a execução periódica do DOTED durante todo o ciclo de vida do produto, para este estudo de caso foi considerada a execução de apenas um ciclo de resolução. Como citado anteriormente em relação a não resolução do item da dívida “Documento de Visão incompleto e desatualizado” durante a execução do primeiro ciclo, caso o DOTED estivesse sendo aplicado em uma situação

real, este mesmo item poderia ser inserido em outros ciclos de resolução até que a dívida fosse efetivamente paga ou até que a equipe decidisse assumi-la. A Figura 17 apresenta o Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação com as informações registradas nesta etapa.

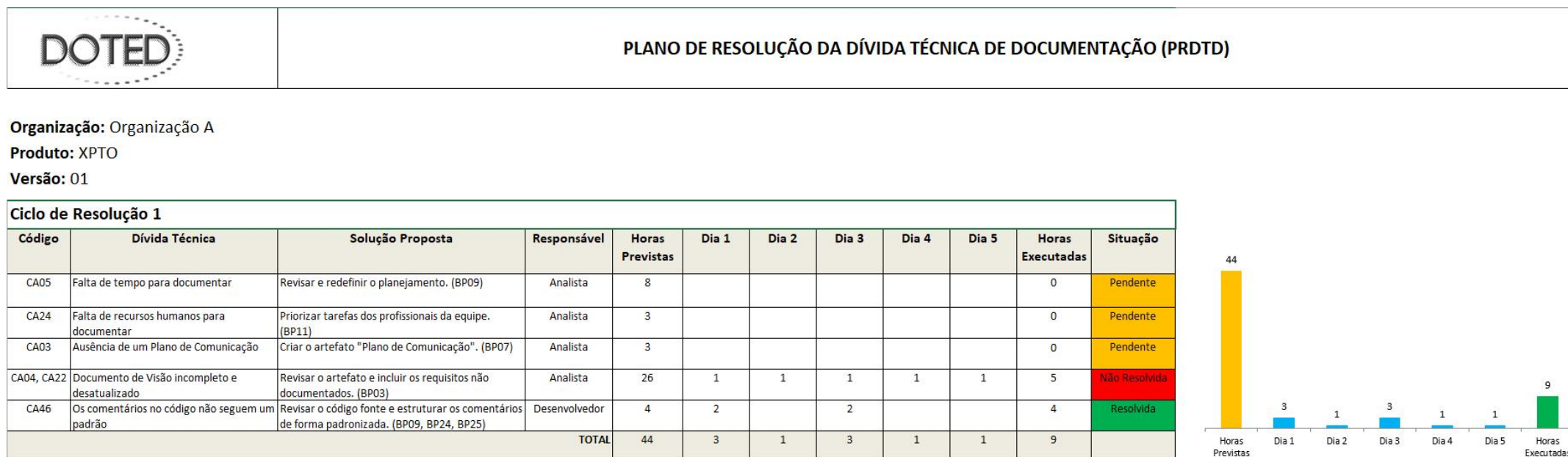


Figura 17: Plano de Resolução da Dívida Técnica de Documentação Utilizado no Estudo de Caso

Todas as informações referentes à resolução das dívidas foram registradas pelo Mentor no Plano de Resolução e no Registro de Dívidas Técnicas, sempre consultando os demais participantes para obter suas aprovações em relação à correção dos dados.

Por fim, a etapa “Monitorar Dívidas Técnicas de Documentação” foi realizada. Na primeira atividade desta etapa (Atualizar Documentação), os artefatos do DOTED foram revisados e atualizados com os dados coletados durante a realização do estudo de caso, sendo o Mentor responsável pela atualização de toda documentação. Dentre os artefatos utilizados, o Plano de Gestão foi atualizado com as novas causas da dívida técnica identificadas durante a execução da segunda etapa do método.

A segunda atividade desta etapa (Comunicar Dívidas Técnicas) consiste no compartilhamento dos resultados obtidos durante a execução do método sobre a dívida técnica de documentação. A comunicação das dívidas não foi efetivamente realizada neste estudo de caso. Porém, algumas sugestões de divulgação foram dadas pelos participantes.

Embora o Gerente não tenha atuado diretamente neste estudo em todas as etapas do método, ele foi comunicado periodicamente pelo Mentor sobre as atividades realizadas em cada etapa, assim como foi solicitada sua aprovação em relação a todas as informações registradas durante o estudo. Dentre algumas de suas considerações, o Gerente afirmou que a divulgação das dívidas técnicas poderia ser feita por e-mail, por meio de um sistema de mala direta criado especificamente para o produto em questão. Esta consideração foi reforçada pelo Analista, quando enfatizou que as dívidas deveriam ser divulgadas em canais de comunicação de caráter exclusivamente institucional.

5.6. Resultados dos Questionários TAM

Esta seção apresenta as respostas dos participantes do estudo de caso às perguntas do TAM em relação à utilidade percebida, à facilidade de uso percebida e à propensão de utilização futura do DOTED. Devido ao fato de o papel do Mentor ter sido representado pelo próprio pesquisador, os questionários foram respondidos apenas pelo Gerente, Analista e Desenvolvedor.

Resultados da Utilidade Percebida: Das cinco questões objetivas que abordam a utilidade percebida, todas estavam concentradas nas opções “Concordo Totalmente” e

“Concordo Fortemente”, indicando que os participantes estavam propensos a concordar com a utilidade do método. Das respostas obtidas, concluiu-se que o DOTED pode ser considerado útil para o gerenciamento da dívida técnica de documentação, sob a visão da equipe do produto. A Tabela 35 apresenta as respostas obtidas em relação à avaliação da utilidade percebida.

Tabela 35: Avaliação da Utilidade Percebida

Afirmção	Respostas
1. Usar o DOTED torna mais eficiente a identificação e a mensuração das dívidas técnicas de documentação.	G: Concordo Totalmente
	A: Concordo Fortemente
	D: Concordo Totalmente
2. Usar o DOTED faz com que seja possível solucionar as dívidas técnicas de documentação de forma mais eficaz.	G: Concordo Totalmente
	A: Concordo Fortemente
	D: Concordo Totalmente
3. Usar os artefatos do DOTED auxilia efetivamente a equipe durante a execução do método.	G: Concordo Fortemente
	A: Concordo Fortemente
	D: Concordo Totalmente
4. Usar o DOTED aumenta a percepção da presença de dívidas técnicas de documentação no produto.	G: Concordo Totalmente
	A: Concordo Totalmente
	D: Concordo Fortemente
5. De forma geral, o DOTED é útil para se gerenciar dívidas técnicas de documentação.	G: Concordo Totalmente
	A: Concordo Totalmente
	D: Concordo Fortemente

Depois de responderem às cinco perguntas, os participantes foram solicitados a comentarem suas respostas. Seus comentários foram:

- **Gerente:** “A experiência com o DOTED foi útil para o processo de identificação das dívidas técnicas e mensuração das correções”.
- **Analista:** “Faltou oportunidade de executar o estudo de forma real para ampliar a qualificação do método como ‘Totalmente Eficiente’”.
- **Desenvolvedor:** “A utilização do DOTED deixou clara a quantidade de dívidas técnicas que o projeto tem. Provavelmente, se tivéssemos usado desde o início, muitas das dívidas teriam sido evitadas ou seus impactos minimizados”.

O alto grau de concordância das respostas demonstrou que o DOTED foi visto de forma positiva pela equipe do produto, sendo considerado de grande utilidade à realidade da organização.

Resultados da Facilidade de Uso Percebida: Das duas questões objetivas abordando a facilidade de uso percebida, ambas estavam concentradas nas opções “Concordo Totalmente”, “Concordo Fortemente” e “Concordo Parcialmente”,

indicando que os participantes estavam inclinados a concordar que o método é fácil usar. A pergunta sobre as dificuldades na realização das atividades e tarefas foi respondida majoritariamente como “Concordo Fortemente”. Isso evidencia que as informações contidas no DOTED foram compreendidas pelos participantes do estudo, embora alguns esclarecimentos tenham sido necessários durante a execução do método. A pergunta sobre a facilidade de uso do DOTED foi respondida de forma diversificada. A diversidade das respostas, complementadas às respostas das questões abertas, indica que o DOTED é fácil de usar, embora sua utilização se torne mais prática conforme aumenta a familiaridade da equipe com o método. A Tabela 36 apresenta as respostas para cada questão.

Tabela 36: Avaliação da Facilidade de Uso

Afirmação	Respostas
1. As atividades e tarefas do DOTED podem ser realizadas sem dificuldades.	G: Concordo Fortemente
	A: Concordo Fortemente
	D: Concordo Totalmente
2. De forma geral, o DOTED é fácil de usar.	G: Concordo Fortemente
	A: Concordo Parcialmente
	D: Concordo Totalmente

Os participantes também foram solicitados a comentar sobre suas respostas sobre a facilidade de uso. Os comentários foram:

- **Gerente:** “A equipe teve facilidade em utilizar a ferramenta durante o processo, mas necessitou apoio inicial”.
- **Analista:** “A utilização não é intuitiva e necessita orientação, seja verbal ou escrita, para que o método se torne realmente eficiente”.
- **Desenvolvedor:** “Uma vez entendido o mecanismo proposto, o passo a passo acaba sendo orgânico e natural para a detecção das dívidas técnicas”.

Esses comentários indicam que embora o DOTED seja fácil de usar, o manuseio de seus artefatos não se demonstrou prático aos participantes durante as atividades iniciais do método. A importância da presença do Mentor durante a execução do método também se mostrou fundamental. Os comentários reforçam mais uma vez a necessidade da criação de um ambiente ou ferramenta única para gerenciar as informações do DOTED.

Resultados da Propensão à Utilização Futura: Ambas as questões abordando a propensão à utilização futura do método foram respondidas como “Concordo totalmente” e “Concordo Fortemente”, indicando que o DOTED foi bem aceito pelos

participantes e sugerindo assim a utilização futura. A Tabela 37 apresenta as respostas dos participantes.

Tabela 37: Avaliação da Propensão à Utilização Futura

Afirmação	Respostas
1. Assumindo que o DOTED estivesse disponível no meu trabalho, usaria regularmente no futuro.	G: Concordo Fortemente
	A: Concordo Fortemente
	D: Concordo Totalmente
2. Preferiria usar o DOTED para gerenciar as dívidas técnicas de documentação em meus projetos do que a forma como era gerenciada anteriormente.	G: Concordo Fortemente
	A: Concordo Fortemente
	D: Concordo Totalmente

Para as questões relacionadas à utilização futura do método, os participantes foram solicitados a comentarem suas respostas. Os comentários foram os seguintes:

- **Gerente:** “A forma como a metodologia é apresentada de fato ajuda bastante na identificação e resolução das dívidas”.
- **Analista:** “A utilização de um método, quando seguido corretamente, é a melhor forma de obter resultados com maior qualidade”.
- **Desenvolvedor:** “Acredito totalmente que a utilização do método desde o início traria mais benefícios ao projeto, desde que os membros da equipe abraçassem a ideia e adotassem a utilização do DOTED integralmente”.

Acredita-se que os comentários estejam vinculados principalmente às respostas dadas nas questões sobre a utilidade do método, mais especificamente no que diz respeito aos possíveis benefícios que a adoção do DOTED à realidade de trabalho da equipe pode trazer para a organização.

5.7. Análise e Interpretação dos Dados

Os resultados do questionário TAM foram todos positivos, não havendo discordância a nenhuma das questões.

A avaliação da utilidade percebida obteve o maior grau de concordância dentre as demais. Os comentários dos participantes deixaram claro o quanto o DOTED aprimorou a percepção da equipe em relação às dívidas técnicas de documentação. Em relação à facilidade de uso percebida, concluiu-se que mesmo com a necessidade de melhoria em relação à manipulação dos artefatos e na descrição das atividades, o método se mostrou flexível e desempenhou um papel importante no seu uso. Finalmente, sobre a propensão à utilização futura, os resultados também foram

satisfatórios, indicando que a equipe se mostrou inclinada a adotar o método em sua realidade de trabalho, além da possibilidade de incorporá-lo à própria metodologia de desenvolvimento da organização.

No início do planejamento do estudo de caso, quatro questões de pesquisa foram definidas. Tendo como base as informações fornecidas pelos participantes do estudo, foi possível responder a estas questões.

QP1: O método apoia efetivamente o gerenciamento da dívida técnica de documentação?

A partir do *feedback* coletado e dos resultados dos questionários TAM, observou-se que a utilidade do método foi considerada como um de seus pontos mais fortes. Entretanto, alguns pontos precisam ser esclarecidos quanto aos comentários dos participantes. Embora um dos requisitos para a construção do DOTED considere que o método possa ser executado em qualquer fase do ciclo de vida do produto, foi relatado que um número maior de dívidas técnicas poderia ser solucionado caso o método fosse aplicado desde a fase inicial do desenvolvimento. A criação da documentação básica para apoiar o desenvolvimento é um exemplo que ilustra esta questão.

QP2: A equipe é capaz de executar o DOTED usando o conteúdo do próprio método (descrição das etapas, atividades, tarefas e artefatos)?

A equipe relatou que com o avanço da execução do DOTED, a familiaridade com o método aumentava progressivamente, facilitando assim sua utilização. Todavia, a demanda por instruções para a realização das atividades e utilização dos artefatos foi notória, principalmente durante as etapas iniciais do método. Embora toda a estrutura do DOTED tenha sido apresentada aos participantes no início do estudo de caso, algumas das dificuldades relatadas trouxeram à tona a necessidade de instruir melhor a equipe em relação à utilização do método antes de executá-lo efetivamente.

QP3: As informações disponibilizadas pelo método são suficientes?

Durante o estudo de caso, observou-se que as dificuldades encontradas em relação às informações disponibilizadas decorreram, na maioria das vezes, em função de os participantes não se empenharem tanto na leitura das descrições das etapas e suas respectivas atividades, buscando esclarecimentos diretamente com o Mentor. Além disto, a equipe não possuía conhecimentos sólidos sobre os conceitos de dívida técnica.

Isto posto, os resultados do estudo foram avaliados e foi revisada a forma como a descrição do método e os conceitos de dívida técnica são passados às equipes, visando tornar as informações mais claras e acessíveis para uso futuro.

QP4: As atividades presentes no método estão bem definidas?

Nenhum dos problemas, dúvidas ou comentários coletados foram relacionados a quaisquer atividades inadequadas à sua etapa ou mal estruturadas. Ao invés disto, relatos positivos em relação à estrutura do método como um todo foram dados pelos participantes no decorrer do estudo de caso. Portanto, concluiu-se que as atividades do DOTED, assim como suas etapas, foram definidas e estruturadas adequadamente.

5. 8. Limitações e Ameaças à Validade

Este estudo foi submetido a quatro tipos de ameaças à validade: interna, externa, de construção e confiabilidade. Segundo RUNESON *et al.* (2012), a validade de um estudo denota a credibilidade dos resultados e de que forma estes resultados não são tendenciosos, de acordo com a visão dos pesquisadores. Assim, nesta seção serão discutidas as ameaças que podem impactar ou limitar o resultado obtido neste estudo, suas influências e as ações tomadas para mitigar cada uma delas.

Validade Interna: são eventos não controlados pelo pesquisador que podem deturpar o resultado esperado.

A primeira ameaça à validade interna se refere à possibilidade de os participantes não entenderem a descrição do método. Porém, isso pôde ser mitigado tendo o pesquisador deste estudo como o responsável por coletar as dúvidas e os problemas dos participantes sempre quando necessário. Em relação à segunda ameaça, devido à dificuldade em conciliar o cronograma das atividades da equipe ao do estudo de caso, houve uma pressão de tempo que poderia impactar na qualidade das informações coletadas. Para mitigar esta situação, o pesquisador revisou as informações produzidas para avaliar o entendimento da equipe. Além disso, os questionários TAM não tinham uma opção neutra, evitando assim possíveis riscos de imparcialidade nas respostas dos participantes. As perguntas abertas dos questionários também tendem a manifestar a real intenção das respostas e fornecer *feedback* mais significativo aos pesquisadores, possibilitando desta forma obter informações mais precisas.

Além das ameaças discutidas, o fato de os participantes serem do mesmo setor e de hierarquias distintas poderia fazer com que omitissem aspectos negativos do produto em questão. Isso foi mitigado realizando as reuniões do estudo individualmente e reforçando aos participantes a confidencialidade das informações, deixando-os, assim, à vontade para exporem suas opiniões.

Validade Externa: são influências de eventos externos que questionam a capacidade de difundir os resultados do estudo a uma população maior que a dos participantes.

Este estudo limitou-se a apenas uma organização e a uma só equipe, limitando suas descobertas a este contexto. Porém, embora não haja um mecanismo de proteção apropriado para essa ameaça, a descrição, os modelos e exemplos do DOTED, juntamente com os resultados deste estudo, favorecem a execução do método em outros contextos.

Validade de Construção: são eventos que questionam se os objetos e os participantes do estudo estão em consonância com a questão que está sendo abordada.

Os formulários utilizados durante a execução do método não haviam sido previamente avaliados na prática. Para mitigar esta situação, buscou-se avaliar o excesso ou a falta de informação a ser registrada nos formulários. Ao final da execução do método, os formulários foram também avaliados pelos próprios participantes. Além desta questão, o fato de o pesquisador ter desempenhado o papel do Mentor durante o estudo pode ter favorecido o desenvolvimento de algumas atividades. Todavia, embora tenha sido o principal responsável pela manipulação dos artefatos do DOTED, o pesquisador se ausentou de qualquer deliberação durante as etapas do método, deixando totalmente a critério dos demais participantes as tomadas de decisões.

Ameaças à Confiabilidade: são aspectos que se preocupam com a forma como os dados e sua análise dependem de pesquisadores específicos. Caso outro pesquisador viesse a executar este mesmo estudo, ele deveria chegar aos mesmos resultados.

Tendo em vista tais afirmações, o fato de o pesquisador deste estudo deter o conhecimento do método, pode ter introduzido algum viés no processo de análise e interpretação dos dados. Desta forma, a análise dos dados apresenta apenas evidências de aplicabilidade do método, sendo necessária sua confirmação em outros estudos.

A partir das considerações pontuadas pelos participantes deste estudo, observa-se que o método demonstra fortes indícios de alcançar os objetivos ao qual se propõe, uma vez que os resultados dos questionários de avaliação foram todos positivos. Entretanto, tendo em vista as ameaças à validade identificadas, faz-se necessário executar estudos adicionais em outros produtos, assim como em contextos de distintos.

5. 9. Considerações Finais

Este capítulo apresentou o planejamento, resultados, limitações e ameaças à validade de um estudo de caso que avaliou o DOTED utilizando o TAM. Para isso, foi escolhido um produto real criado pelo setor de desenvolvimento de uma organização referência mundial na área de saúde pública. Os resultados da utilidade percebida, facilidade de uso percebida e propensão à utilização futura foram todos positivos. Nos questionários aplicados, os participantes escolheram respostas concordantes para todas as questões, diferindo apenas no nível de concordância (Concordo Totalmente, Concordo Fortemente e Concordo Parcialmente).

Conforme mencionado pelos participantes do estudo, o DOTED aprimorou a percepção da equipe sobre a dívida técnica de documentação, favorecendo desde sua identificação até o pagamento efetivo das dívidas. Tal percepção foi alcançada em função da possibilidade de utilizar na prática um método capaz de gerenciar as dívidas de documentação de forma organizada e minuciosa.

Pode-se citar como um dos pontos mais relevantes observados durante a execução do método a relevância do papel do Mentor. Embora este papel tenha sido exercido pelo próprio pesquisador, os comentários dos participantes evidenciaram a necessidade de um profissional que oriente a equipe durante a execução do método em relação à estrutura das etapas e à utilização dos artefatos do DOTED, principalmente durante as atividades iniciais. As necessidades de melhoria identificadas foram basicamente referentes à manipulação dos artefatos, sugerindo a criação futura de uma ferramenta onde todas as informações pudessem ser gerenciadas em um só ambiente.

No geral, evidenciou-se de que o DOTED foi adequado à execução deste estudo de caso, podendo ser utilizado em diferentes contextos no futuro. O próximo capítulo apresenta as considerações finais deste trabalho, suas contribuições, limitações e trabalhos futuros.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais desta dissertação, suas contribuições, limitações e perspectivas futuras para esta dissertação.

6.1. Considerações Finais

Esta dissertação apresentou um método para apoiar as organizações que desenvolvem produtos de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas de documentação. Alguns estudos foram previamente realizados para dar apoio à construção deste método.

O primeiro estudo realizado foi uma revisão informal da literatura, na qual buscou-se embasamento teórico sobre os conceitos de dívida técnica e dívida técnica de documentação. Além disso, foram revisadas também técnicas de gerenciamento da dívida técnica, com o propósito de entender como são executadas e como aplicá-las ao contexto da dissertação.

Buscando fundamentar ainda mais a construção do método, um estudo qualitativo foi realizado com o propósito de identificar as causas que levam as organizações que desenvolvem produtos de software a incorrer em dívidas técnicas de documentação, suas possíveis consequências, boas práticas de como evitá-las e exemplos de documentação relacionada às fases do ciclo de vida do software. Os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas realizadas com diferentes perfis profissionais da área de desenvolvimento. Foi aplicada “Análise Temática” para analisar os dados obtidos. Por conseguinte, a construção do DOTED foi apresentada no Capítulo 4, tendo como base os requisitos estabelecidos para sua construção e valendo-se dos fundamentos apresentados nos Capítulos 2 e 3.

Um estudo de caso foi realizado com o propósito de verificar a aplicabilidade do DOTED e avaliar os resultados obtidos no contexto de um produto de software em uma organização pública. Ao final da execução do estudo, observou-se a aplicabilidade do método assim como sua utilidade, facilidade de uso e propensão à utilização futura. Por fim, após a análise das informações obtidas com os questionários TAM, algumas

mudanças foram implementadas no método com o intuito de evitar em execuções futuras a recorrência das dificuldades observadas.

Visando atingir o objetivo desta pesquisa, foram definidos três requisitos para o método e uma questão de pesquisa. A seguir serão explorados cada um destes requisitos e comentados seus resultados.

R1- Possibilitar que as organizações sejam capazes de gerenciar a dívida técnica de documentação referente a todas as fases do ciclo de vida do software.

A estrutura das etapas e atividades presentes no DOTED permite que o gerenciamento da dívida técnica de documentação seja realizado em qualquer fase do ciclo de vida do software. O Guia DOTED, artefato criado para apoiar a execução do método, possui referências em seu conteúdo também relativas a todas as fases, dando suporte direto às equipes de desenvolvimento desde a fase de requisitos até a manutenção do software.

R2- Permitir que o método possa ser executado a qualquer momento do ciclo de vida do software, desde a etapa de requisitos até a manutenção.

Durante o estudo de caso, observou-se que a equipe foi capaz de executar o método em um estágio avançado do desenvolvimento do produto. Reforçando esta questão, foi relatado por todos os participantes que caso o DOTED fosse executado no início do projeto, poderiam incorrer em um menor número de dívidas técnicas.

R3- Prover artefatos que auxiliem as organizações na identificação e no registro das dívidas técnicas de documentação.

O DOTED provê artefatos que cumprem o papel de apoiar as equipes durante a execução do método. Embora no estudo de caso tenha sido evidenciada a necessidade de uma ferramenta (software) capaz de gerenciar todas as informações obtidas e geradas durante a execução do método em um só ambiente, o DOTED atendeu a este requisito, sendo a criação desta ferramenta considerada uma melhoria a ser implementada no futuro.

Por fim, este trabalho teve como objetivo responder à questão de pesquisa “Como apoiar as organizações que desenvolvem produtos de software no gerenciamento de suas dívidas técnicas de documentação?”. O DOTED foi criado para esta finalidade e sua aplicação na indústria foi bem-sucedida.

6.2. Contribuições

As principais contribuições desta dissertação são:

- Revisão da literatura sobre dívida técnica, dívida técnica de documentação e gerenciamento de dívidas técnicas;
- Estudo qualitativo relacionado à identificação de causas que levam a incorrer em dívida técnica de documentação, suas possíveis consequências, boas práticas de como evitá-la e exemplos de documentação relacionada às fases do ciclo de vida do software no contexto de uma organização que desenvolve produtos de software;
- Definição de um conjunto de requisitos, compostos por etapas e atividades, para elaboração de um método para o gerenciamento da dívida técnica de documentação;
- Definição de um método para o gerenciamento da dívida técnica de documentação em produtos de software contemplando:
 - Apoio à identificação e mensuração das dívidas técnicas de documentação;
 - Apoio à análise das propostas de solução para as dívidas técnicas identificadas;
 - Apoio à elaboração e execução de um plano de resolução de dívidas técnicas de documentação;
 - Monitoramento das dívidas técnicas.
- Guia contendo uma compilação obtida através da revisão da literatura e do estudo qualitativo de possíveis causas da dívida técnica de documentação, suas consequências, boas práticas para evitá-las e exemplos de documentação relacionada às fases do ciclo de vida do software;
- Estudo de caso sobre a aplicação na indústria de um método de gerenciamento da dívida técnica de documentação;
- Artigo publicado no Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2019) baseado no Estudo Qualitativo do Capítulo 3 desta dissertação: *Documentation Technical Debt: A Qualitative Study in a Software Development Organization*. <https://doi.org/10.1145/3350768.3350773>.

6.3. Limitações

O método proposto nesta dissertação mostrou-se viável e útil para o contexto do produto de software escolhido durante o estudo de caso e foi possível obter uma boa avaliação após sua execução. Entretanto, o método foi executado em apenas uma organização, o que limita seus achados a este contexto. Desta forma, seria importante considerar a execução de estudos adicionais, inclusive em contextos diferentes. Entretanto, acredita-se que com as descrições fornecidas neste trabalho e as melhorias identificadas durante o estudo de caso, o DOTED poderia ser aplicado em outros contextos e organizações com sucesso.

6.4. Perspectivas Futuras

Após a execução do estudo de caso, algumas propostas de melhoria foram identificadas. Parte dessas melhorias foi considerada correções e já foram atualizadas no escopo do método apresentado, tais como a criação de um controle de versão nos artefatos do DOTED e reestruturação do Registro de Dívidas Técnicas. As demais foram inferidas após a conclusão do estudo e análise das respostas dos participantes aos questionários TAM. Porém, devido à restrição de tempo, algumas destas melhorias não puderam ser realizadas no âmbito desta dissertação. Logo, algumas propostas para trabalhos futuros são:

- Aplicar o DOTED em organizações e contextos distintos;
- Desenvolver uma ferramenta capaz de gerenciar todas as informações reunidas e produzidas durante cada etapa do DOTED e formatá-las em um ambiente único;
- Realizar um mapeamento sistemático ou revisão sistemática da literatura sobre o gerenciamento da dívida técnica de documentação para contribuir com uma visão estruturada a este campo de pesquisa;
- Dar continuidade ao estudo desta dissertação. Porém, para cada causa da dívida técnica de documentação, pretende-se identificar sua consequência direta e definir quais boas práticas podem ser aplicadas para evitar a causa específica. Além de criar uma correlação direta aos possíveis benefícios a serem alcançados pela resolução das dívidas identificadas.

Um dos fatores mais enriquecedores desta pesquisa pode ser considerado a possibilidade de observar e assimilar a forma como diferentes perfis profissionais enxergam e gerenciam a dívida técnica de documentação em seus projetos de software. Além desta questão, ressalta-se os possíveis benefícios a serem obtidos por meio da contribuição dos achados desta dissertação em pesquisas futuras e a possibilidade de aprimoramento do método proposto, visando à sua aplicação prática e funcional à realidade da indústria de software.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLMAN, E., 2012, Managing technical debt—shortcuts that save money and time today can cost you down the road. *Commun. ACM* 55 (5), 50_55.
- ALVES, N.S.R., 2016a, “Organização do corpo de conhecimento sobre dívida técnica: tipos, indicadores, estratégias de gerenciamento e causas”. Salvador.
- ALVES, N.S.R., MENDES, T.S., DE MENDONÇA, M. G., SPÍNOLA, R.O., SHULL, F., SEAMAN, C., 2016b, “Identification and management of technical debt: A systematic mapping study”. *Information and Software Technology*, v. 70, p. 100-121.
- ALVES, M. N., GAVA, V. L., 2018, “Uma Proposta para Identificar, Medir e Gerenciar a Dívida Técnica em Requisitos de Software”. In: 15th International Conference on Information Systems and Technology Management, 2018, São Paulo. Proceedings of the 15th CONTECSI International Conference on Information Systems and Technology Management CONTECSI. São Paulo: TECSI FEA USP.
- BASILI, V.R., CALDIERA, G., AND ROMBACH, H.D., 1994, “Goal Question Metric Paradigm, Encyclopedia of Software Engineering”, JJ Marciniak.
- BESKER, T., MARTINI, A., BOSCH, J., 2016, "A Systematic Literature Review and a Unified Model of ATD," *42th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, Limassol, 2016, pp. 189-197. doi: 10.1109/SEAA.2016.42
- BOURQUE, P., FAIRLEY, R.E., 2014, “Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, Version 3.0”. IEEE Computer Society Press. www.swebok.org.
- BRAUN, V., CLARKE, V., 2013, “Successful qualitative research: A practical guide for beginners.” Thousand Oaks, CA: Sage.
- BRODBECK, A. F., HOPPEN, N., BOBSIN, D., 2016, “Uma Metodologia Para Implementação da Gestão Por Processos Em Organizações Públicas.” *Brazilian Journal of Management/Revista de Administração da UFSM*, Santa Maria, v. 9, n. 4, p. 699-720. DOI: 10.5902/19834659 15250.

- BROWN, N. *et al.*, 2010, “Managing technical debt in software-reliant systems”. In: FSE/SDP Workshop on Future of Software Engineering Research. ACM, New York, NY, USA.
- BUSCHMANN, F., 2011, “To pay or not to pay technical debt”. *Software*, IEEE, 28(6):29-31.
- CARTIER, G., 2018, “Código Limpo: Práticas para contar uma história com seu código”. Capturado em <<http://bluedev.com.br/2018/03/02/codigo-limpo-praticas-para-contar-uma-historia-com-seu-codigo/>>, fevereiro 2019.
- CHARALAMPIDOU, S., AMPATZOGLOU, A., CHATZIGEORGIOU, A., TSIRIDIS, N., 2018, "Integrating Traceability Within the IDE to Prevent Requirements Documentation Debt" *2018 44th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, Prague, pp. 421-428. doi: 10.1109/SEAA.2018.00075.
- CLEMENTS, P.C., GARLAN, D., LITTLE, R., NORD, R.L., & STAFFORD, J.A., 2002, “Documenting Software Architectures: Views and Beyond”. ICSE.
- CUNNINGHAM, W., 1992, “The WyCash portfolio management system”. *ACM SIGPLAN OOPS Messenger*, v. 4, n. 2.
- DAVIS, F.D., BAGOZZI, R.P., AND WARSHAW, P.R., 1989, User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models *: *Management*, v. 35, no. 8, p. 982–1003.
- DYBÅ, T., SJØBERG, D., CRUZES, D.S., 2012. “What works for whom, where, when, and why?” on the role of context in empirical software engineering. *Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 12)*. New York USA, p. 19–28.
- ERNST N. A., BELLOMO S., OZKAYA I., NORD R. L., AND GORTON I., 2015, “Measure It? Manage It? Ignore It? Software Practitioners and Technical Debt,” in *Proceedings of the 2015 10th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*, New York, NY, USA, pp. 50–60.
- FARIAS, M.A.D.F., NETO, M.G.D.M., SILVA, A.B.D. AND SPÍNOLA, R.O., 2015, "A Contextualized Vocabulary Model for identifying technical debt on code comments." *IEEE 7th International Workshop on Managing Technical Debt (MTD)*, Bremen, pp. 25-32. doi: 10.1109/MTD.2015.7332621.

- FORWARD, A., 2002, "Software Documentation – Building and Maintaining Artefacts of Communication." University of Ottawa, Master in Computer Science, Ottawa-Carleton Institute for Computer Science.
- FOWLER, M. (2013) "Technical Debt Quadrant". Capturado em: <<http://martinfowler.com/bliki/TechnicalDebtQuadrant.html>>. Outubro 2018.
- GOYAL, N., RAM M., DUA A.K., 2016, "An Approach to Investigating Reliability Indices for Tree Topology Network." *Cybernetics and Systems*. 2016 Oct 2;47(7):570-84.
- GREEN, R., LEDGARD, H., 2011, "Coding guidelines: finding the art in the science." *Commun. ACM* 54, 57–63. doi: 10.1145/2043174.2043191.
- GREGOR, S., AND JONES, D., 2007, "The Anatomy of a Design Theory". v. 8, no. 2, p. 312–335.
- GUO, Y., SEAMAN, C., 2011, "A portfolio approach to technical debt management." In: *Proceedings of the 2nd Workshop on Managing Technical Debt, MTD '11*. New York, NY, USA. ACM, pp. 31–34. doi: 10.1145/1985362.1985370.
- GUO, Y, et al., 2011, "Tracking technical debt - An exploratory case study." 2011 27th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM). IEEE. DOI: 10.1109/ICSM.2011.6080824.
- HARTZMAN, C. S., AUSTIN, C. F., 1993, "Maintenance productivity: Observations based on an experience in a large system environment," ser. *CASCON '93*.
- HEVNER, A.R., MARCH, S.T., PARK, J., AND RAM, S., 2004, "Design Science in Information Systems Research", *MIS Quarterly*, v. 28, no. 1, p. 75–105.
- HEVNER, A.R., 2007, "A Three Cycle View of Design Science Research", *Scandinavian Journal of Information Systems*, V. 19, N. 2, P. 4.
- IEEE, 1998a, Standard for Software Test Documentation," in *IEEE Std 829-1998*, vol., no., pp.1-64, 16 Dec. 1998 doi: 10.1109/IEEESTD.1998.88820.
- IEEE, 1998b, "Std 1219 – IEEE Standard for Software Maintenance", Institute of Electrical and Electronic Engineers. New York, 52p.
- IEEE (2001). Standard for Software User Documentation - IEEE Std 1063-2001. IEEE.

- KLINGER, T., TARR, P., WAGSTROM, P., WILLIAMS, C., 2011, "An Enterprise Perspective on Technical Debt." In: Proceedings of the 2nd Workshop on Managing Technical Debt, New York, NY, USA, pp. 35–38.
- LAITENBERGER, O., AND DREYER, H.M., 1998, "Evaluating the usefulness and the ease of use of a Web-based inspection data collection tool": *Proceedings Fifth International Software Metrics Symposium. Metrics (Cat. No.98TB100262)*, p. 1–13.
- LANUBILE, F., MALLARDO, T., AND CALEFATO, F., 2003, "Tool support for geographically dispersed inspection teams: *Software Process Improvement and Practice*", v. 8, no. 4, p. 217–231.
- LI, Z., AVGERIOU, P., LIANG, P., 2015, "A systematic mapping study on technical debt and its management". *J SYST SOFTWARE* 101, 193-220.
- MARTINI, A., BOSCH, J., 2015, "The Danger of Architectural Technical Debt: Contagious Debt and Vicious Circles," *2015 12th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture*, Montreal, QC, pp. 1-10. doi: 10.1109/WICSA.2015.31
- MARTINI, A., BOSCH, J., 2016, "An Empirically Developed Method to Aid Decisions on Architectural Technical Debt Refactoring: AnaConDebt," *IEEE/ACM 38th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C)*, Austin, TX, 2016, pp. 31-40.
- MCCONNELL, S. (2008) "Managing Technical Debt." Capturado em: <<http://www.construx.com/uploadedfiles/resources/whitepapers/Managing%20Technical%20Debt.pdf>>. Novembro 2018.
- MELO, I., SANTOS, G., SEREY, D.D., VALENTE, M.T., 2016, "Perceptions of 395 Developers on Software Architecture's Documentation and Conformance," *2016 X Brazilian Symposium on Software Components, Architectures and Reuse (SBCARS)*, Maringa, pp. 81-90.
- MIGUEL, S. B., 2012, "Padrão para Documentação de Teste de Software". Capturado em <https://www.devmedia.com.br/padrao-para-documentacao-de-teste-de-software/26534>, fevereiro 2019.
- MIRA, K.M., 2005, "A survey of documentation practice within corrective maintenance." *Empir. Softw. Eng.* 10, 31–55.

- NEITZKE, N.A., 2011, “Boas práticas de programação”. Capturado em <<https://www.devmedia.com.br/boas-praticas-de-programacao/21137>>, fevereiro 2019.
- NUCCI, D., PALOMBA, F., TAMBURRI, D. A., SEREBRENIK, A., DE LUCIA, A., 2018, "Detecting code smells using machine learning techniques: Are we there yet?," *IEEE 25th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*, Campobasso, 2018, pp. 612-621. doi: 10.1109/SANER.2018.8330266
- NUNES, V.B., SOARES, A.O., FALBO, R.A., 2004, “Apoio à Documentação em um Ambiente de Desenvolvimento de Software.” Memórias de VII Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Desarrollo de Ambientes de Software - IDEAS'2004, pp. 50- 55. Arequipa, Perú, Maio.
- PADUELLI, M., SANCHES, R., 2006, “Problemas em manutenção de software: caracterização e evolução”, In: III Workshop de Manutenção de Software Moderna, Vila Velha, ES, Brasil, maio 2006.
- PARNAS, D.L., 2011, “Precise documentation: the key to better software.” In: *The Future of Software Engineering*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 125–148.
- PERONDI, R., 2014, “Identificação e monitoramento de dívida técnica no setor de tecnologia da informação da Universidade Federal da Fronteira Sul-um estudo de caso exploratório.”
- POWER, K., 2013, “Understanding the impact of technical debt on the capacity and velocity of teams and organizations: viewing team and organization capacity as a portfolio of real options”. In: *2013 4th International Workshop on Managing Technical Debt (MTD)*, pp. 28–31. doi: 10.1109/MTD.2013.6608675.
- PRESSMAN, R., MAXIM, B., 2016, “Engenharia de Software 8ª Edição“ McGraw Hill Brasil.
- RIOS, N., OLIVEIRA S.R., MENDONÇA, M.G., SEAMAN C., 2018, "A Study of Factors that Lead Development Teams to Incur Technical Debt in Software Projects," *2018 44th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, Prague, 2018, pp. 429-436. doi: 10.1109/SEAA.2018.00076.

- ROCHA, N.A.D.S., 2008, "Documentação de software: integração de ferramentas de modelação e processamento de texto."
- RUNESON, P., HOST, M., RAINER, A., REGNELL, B., 2012. "Case study research in software engineering: Guidelines and examples." John Wiley & Sons, Hoboken.
- SABRI, O., ALFIFI, F., 2017, "Integrating knowledge life cycle within software development process to produce a quality software product," *2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET)*, Antalya, pp. 1-7. doi: 10.1109/ICEngTechnol.2017.8308172.
- SANCHES, R., 2001, "Documentação de Software", In: *Qualidade de Software: Teoria e Prática*, Prentice Hall, São Paulo, pp 54-59.
- SANCHEZ-ROSADO, I., RODRIGUEZ-SORIA, P., MARTN-HERRERA, B., JOSCUADRADO-GALLEGO, J., MARTÍNEZ-HERRÁIZ, J., GONZÁLEZ, A., 2009 "Assessing the documentation development effort in software projects." In: *International Conferences on Software Process and Product Measurement*.
- SANDBERG, A.B., STARON, M., ANTINYAN, V., 2015, "Towards proactive management of technical debt by software metrics." *SPLST*.
- SEAMAN, C., GUO, Y., 2011, "Measuring and monitoring technical debt". *Advances in Computers*, v. 82, no 25-46, p. 44.
- SEAMAN, C., GUO, Y., ZAZWORKA, N., SHULL, F., IZURIETA, C., CAI, Y. AND VETRO, A., 2012, "Using technical debt data in decision making: Potential decision approaches", in *Managing Technical Debt (MTD)*, 2012 Third International Workshop on, pp. 45-48.
- SEAMAN, C., ZAZWORKA, N., 2013, "Identifying and Managing Technical Debt". Capturado em: <http://www.slideshare.net/zazworka/identifying-and-managing-technical-debt>, dezembro 2018.
- SEAMAN, C., NORD, R.L., KRUCHTEN, P., OZKAYA, I., 2015, "Technical debt: beyond definition to understanding report", on the sixth international workshop on managing technical debt. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes* 40, 32–34. doi:10.1145/2735399.2735419.

- SEI - Software Engineering Institute, 2010, “Glossary”. Capturado em https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/FactSheet/2010_010_001_513810.pdf, fevereiro, 2019.
- SHONGWE M.M. (2015) “Knowledge Management in Small Software Organisations: A South African Perspective.” In European Conference on Knowledge Management 2015 Sep 1 (p. 702). Academic Conferences International Limited.
- SILVA, V.M.DA., JUNIOR, H. J., TRAVASSOS, G. H., 2018, “A Taste of the Software Industry Perception of Technical Debt and its Management in Brazil”, Conferência Iberoamericana de Software Engineering.
- SINGH B., GAUTAM S., 2016, “Hybrid Spiral Model to Improve Software Quality Using Knowledge Management.” International Journal of Performability Engineering. 2016Jul 1;12(4):341-52.
- Spínola, R. (2011) “Manutenção de Software: Definições e Dificuldades”. Capturado em <<https://www.devmedia.com.br/manutencao-de-software-definicoes-e-dificuldades-artigo-revista-sql-magazine-86/20402>>, fevereiro 2019.
- SPÍNOLA, R., 2011, “Manutenção de Software: Definições e Dificuldades”. Capturado em <<https://www.devmedia.com.br/manutencao-de-software-definicoes-e-dificuldades-artigo-revista-sql-magazine-86/20402>>, fevereiro 2019.
- SPÍNOLA, R., ZAZWORKA, N., VETRO, A., SEAMAN, C. AND SHULL, F., 2013, “Investigating technical debt folklore: Shedding some light on technical debt opinion, in Managing Technical Debt (MTD)”, 4th International Workshop on, pp. 1-7.
- SOARES, H. F., ALVES, N. S., MENDES, T. S., MENDONÇA, M., SPÍNOLA, R. O., 2015, “Investigating the link between user stories and documentation debt on software projects”, 12th International Conference on Information Technology-New Generations, IEEE, pp. 385–390, 2015.
- SOUZA, S.C.B, ANQUETIL, N., OLIVEIRA, K. M., 2005, “A Study of the documentation Essential to Software Maintenance” ser. SIGDOC '05.
- STEIDL, D., HUMMEL, B., JÜRGENS, E., 2013, “Quality analysis of source code comments”. *21st International Conference on Program Comprehension (ICPC)*, 83-92.

- TOM *et al.*, 2013, “An exploration of technical debt”, *Journal of Systems and Software*, vol. 86-6. doi.org/10.1016/j.jss.2012.12.052
- VERDECCHIA, R., MALAVOLTA, I., LAGO, P., 2018, "Architectural Technical Debt Identification: The Research Landscape," *2018 IEEE/ACM International Conference on Technical Debt (TechDebt)*, Gothenburg, pp. 11-20.
- YLI, H. J., MAGLYAS, A., SMOLANDER, K., 2014, “The Sources and Approaches to Management of Technical Debt: A Case Study of Two Product Lines in a Middle-Size Finnish Software Company.” doi:10.1007/978-3-319-13835-0_7.
- YLI, H. J., MAGLYAS, A., SMOLANDER, K., 2016, “How do software development teams manage technical debt? – An empirical study”, *Journal of Systems and Software*, Volume 120, 2016, Pages 195-218, ISSN 0164-1212, <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.05.018>.
- YLI, H. J., MAGLYAS, A., SMOLANDER, K., HALLER, J., TÖRNROOS, H., 2016b, “Developing Processes to Increase Technical Debt Visibility and Manageability - An Action Research Study in Industry”. Conference: 17th International Conference on Product Focused Software Development and Process Improvement (PROFES 2016), Trondheim, Norway. 10.1007/978-3-319-49094-6_24.
- ZANETTE, A., 2016, “Clean Code: boas práticas para manter seu código limpo”. Capturado em <<https://becode.com.br/clean-code/>>, Fevereiro 2019.
- ZAZWORKA, N. *et al.*, 2013, “A case study on effectively identifying technical debt, EASE 13”. In: *International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 17.
- ZHI, J., GAROUSI-YUSIFOGLU, V., SUN, B., GAROUSI, G, SHAHNEWAZ, S., RUHE, G., 2015, “Cost, benefits and quality of software development documentation: A systematic mapping”, *Journal of Systems and Software*, Volume 99, Pages 175-198, ISSN 0164-1212, <https://doi.org/10.1016/j.jss.2014.09.042>.

APÊNDICE I - Guia DOTED



GUIA DOTED

CÓDIGO	CAUSAS
CA01	Documentações extensas a serem preenchidas
CA02	Falta de processos bem definidos
CA03	Documentação inexistente
CA04	Documentação desatualizada
CA05	Falta de tempo para documentar
CA06	Documentação inconsistente ou inadequada
CA07	Desconhecimento de mudanças legais que afetam documentações existentes
CA08	Quantidade de membros da equipe insuficiente para documentar
CA09	Atualização seletiva da documentação
CA10	Projeto com atraso de cronograma
CA11	Alta rotatividade de pessoal (<i>turnover</i>)
CA12	Conhecimento tácito não formalizado em documentos
CA13	Documentação redundante
CA14	Falta de planejamento adequado do projeto
CA15	Falta de capacidade técnica do profissional para documentar
CA16	Negligência em relação à documentação
CA17	Documentação com informações mal organizadas
CA18	Priorização de entregas em detrimento à documentação
CA19	Falta de compreensão sobre a importância da documentação
CA20	Mudança da gerência durante o projeto
CA21	Informações contidas em um documento inadequadas ao propósito deste artefato
CA22	Documentação incompleta
CA23	Falta de recursos externos suficientes para fornecer informações necessárias à documentação
CA24	Falta de recursos suficientes para inspecionar documentação produzida
CA25	Influências políticas e hierárquicas
CA26	Falta de treinamento no processo a ser seguido
CA27	Não usar o mesmo padrão de documentação para desenvolvimento de nova funcionalidade ou manutenção de funcionalidade existente
CA28	Má gestão do tempo
CA29	Falta de adaptação da documentação do projeto para necessidades de informação de papéis específicos
CA30	Compromissos irreais para entrega de funcionalidade
CA31	Conflito de alocação de pessoas em diferentes projetos
CA32	Falta de documentação de sistemas legados
CA33	A decisão de seguir ou não o processo de desenvolvimento depende de iniciativa individual dos membros da equipe
CA34	Substituição de modelos de documentos com riqueza de informação (por exemplo, casos de uso e diagramas da UML) por outros focados na interação com usuário (por exemplo, protótipos)
CA35	Informações difundidas em vários artefatos diferentes
CA36	Utilização de artefatos para os quais é necessária a comunicação entre vários stakeholders
CA37	Ausência de um padrão de artefatos a serem utilizados
CA38	Baixa prioridade atribuída à atividade de documentação
CA39	Ser considerada uma atividade de pouco valor e pouco atrativa
CA40	Descrença de que a documentação pode trazer benefícios
CA41	Considerar a arquitetura desnecessária em aplicações triviais, como em metodologias ágeis, em equipes pequenas ou em sistemas de código aberto
CA42	Comentários redundantes, explicando algo óbvio no código
CA43	Comentários ambíguos no código
CA44	Comentários desatualizados, não condizem com a realidade do código
CA45	Excesso de comentários no código
CA46	Ausência de comentários padrão
CA47	Comentários em código fonte mal estruturados ou inexistentes



GUIA DATED

CÓDIGO	CONSEQUÊNCIAS
CO01	Os requisitos não coincidem com as demandas dos clientes
CO02	Os testes não são realizados de forma eficiente ou nem são efetivamente realizados
CO03	Insatisfação dos usuários em função da inconsistência na documentação
CO04	Não atendimento das reais necessidades dos usuários
CO05	Dificuldades na passagem de conhecimento a novos membros da equipe
CO06	Problemas na manutenção do software
CO07	Retrabalho em implementações e testes
CO08	Dificuldade dos membros das equipes de ter completo conhecimento do sistema sendo desenvolvido
CO09	Ineficiência de testes por falta de planejamento
CO10	Ineficácia na utilização de artefatos em função de informações mal organizadas em seu conteúdo
CO11	Esforço duplicado no futuro para compensar a não documentação prévia
CO12	Falta de percepção dos riscos existentes em função da ausência de documentação
CO13	Ineficácia na execução das atividades em função da documentação precária
CO14	Atrasos ou impedimentos na criação de documentos por falta de recursos suficientes
CO15	Problemas na comunicação em função da má qualidade ou da ausência de documentação
CO16	Atrasos em cronogramas em função de documentação inconsistente ou inexistente
CO17	Aumento de custos no projeto em função de documentação inconsistente ou inexistente
CO18	Problemas no projeto em função de não validar a documentação produzida
CO19	Falta de entendimento adequado dos requisitos especificados
CO20	Falta de percepção de incompleta ou inconsistência de requisitos
CO21	Dificuldade de localizar onde cada funcionalidade foi implementada
CO22	Aumento de esforço para manutenção do produto
CO23	Omissão na especificação de informações
CO24	Dificuldades no monitoramento do software
CO25	Estimativa equivocada de empreendimento de esforços necessários
CO26	Indução ao erro de codificação incorreta
CO27	Dificuldade por parte dos usuários em consultar a documentação de apoio para utilização do software
CO28	Falta de credibilidade dos usuários em relação à documentação apresentada



GUIA DOTED

CÓDIGO	BOAS PRÁTICAS
BP01	Atualizar regularmente os artefatos utilizados durante todo o ciclo de vida do software
BP02	Comentar código fonte
BP03	Revisar/revalidar documentação legada ou desatualizada
BP04	Produzir documentação por meio de colaboração de diferentes papéis
BP05	Utilização de documentação UML para registro de informações e passagem de conhecimento
BP06	Sensibilizar os membros das equipes sobre os problemas causados pela não adoção de um processo de documentação adequado
BP07	Gerar toda a documentação necessária no início do projeto para evitar o desperdício de esforços futuros
BP08	Ter iniciativa pessoal para gerar suas próprias documentações e compartilhar entre os demais membros da equipe
BP09	Definir processos e padrões de documentação
BP10	Priorizar dívidas a serem pagas de acordo com a realidade atual da organização
BP11	Definir papéis e responsabilidades para gerenciar a documentação dos projetos
BP12	Revisão por pares da documentação produzida
BP13	Criar um repositório de documentação acessível a todos da organização
BP14	Criar tutoriais de como preencher e utilizar os documentos
BP15	Adotar procedimentos mais rígidos de advertência e/ou punição pelo descumprimento do processo de documentação definido pela organização
BP16	Utilizar dados históricos da organização para auxiliar na identificação e mensuração da dívida técnica
BP17	Otimizar as informações em poucos documentos
BP18	Documentar apenas o que for preciso para atender às necessidades atuais da organização
BP19	Adotar ferramentas tecnológicas para gerenciar a documentação
BP20	Comunicar as dívidas identificadas, por exemplo, em WIKIs
BP21	Escrever a documentação sob o ponto de vista do leitor
BP22	Evitar repetições de documentação desnecessárias
BP23	Evitar ambiguidades ao escrever notações
BP24	Revisar periodicamente o código fonte e seus comentários
BP25	Aperfeiçoar a forma de escrita dos comentários no código
BP26	Colocar comentário no início do código indicando resumidamente o seu objetivo
BP27	Redocumentar procedimentos, caso necessário



GUIA DATED

CÓDIGO	DOCUMENTAÇÃO
DO01	Protótipos de telas
DO02	Documento de Especificação de Requisitos
DO03	Modelos de Processos
DO04	Casos de Uso
DO05	Comentários em códigos
DO06	Modelos de banco de dados
DO07	Manual do Usuário
DO08	Dicionário de Dados
DO09	Roteiro de Navegação (testes)
DO10	Documento de Visão
DO11	GIT (controle de versão e registro de atividades)
DO12	Diagrama de atividades
DO13	Diagrama de classes
DO14	Diagrama de sequência
DO15	Diagramas de Estado
DO16	Diagrama de Objetos
DO17	Diagrama de Componentes
DO18	Diagrama de Implantação
DO19	Diagrama de Relacionamento de Entidades
DO20	Diagrama de Comunicação
DO21	Diagrama de Fluxo de Dados
DO22	Diagrama de Estrutura de Dados
DO23	Wiki online
DO24	Especificação do Projeto de Teste
DO25	Especificação de Casos de Teste
DO26	Evidências de Testes
DO27	Plano de Testes
DO28	Especificação de Procedimento de Teste
DO29	Relatório de Status de Teste
DO30	Log de Testes
DO31	Relatório de Incidente de Testes
DO32	Relatório Sumário dos Testes
DO33	Termo de abertura
DO34	Documento de Definição de Sistema
DO35	Roteiro de documentação
DO36	Relatório de viabilidade
DO37	Plano de Manutenção
DO38	Plano de Migração
DO39	Plano de Implementação

APÊNDICE II - Termo de Consentimento e Participação em Pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO E PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Aceito participar da pesquisa sobre o MÉTODO DE GERENCIAMENTO DA DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO PARA A APLICAÇÃO EM PRODUTOS SOFTWARE do pesquisador Leonardo Mendes Cabral, aluno do curso de Mestrado em Sistemas de Apoio a Negócios - Melhoria de Processos de Software.

Declaro que fui informado(a) que a pesquisa pretende obter dados sobre as causas, consequências, boas práticas e documentação relativas à dívida técnica de documentação para complementar o conteúdo do *Guia DOTED*, artefato que será usado como apoio às organizações durante a execução do método.

Como participante da pesquisa, declaro que concordo em ser entrevistado(a) pelo pesquisador em local e duração previamente ajustados, ☐ permitindo / ☐ não permitindo a gravação da entrevista.

Fui informado(a) pelo pesquisador que tenho a liberdade de deixar de responder a qualquer questão ou pergunta, assim como recusar, a qualquer tempo, participar da pesquisa, interrompendo minha participação, temporária ou definitivamente.

☐ Autorizo / ☐ Não autorizo que meu nome seja divulgado nos resultados da pesquisa, comprometendo-se, o pesquisador, a utilizar as informações que prestarei somente para os propósitos da pesquisa.

Dados do Entrevistado(a)

Nome:

E-mail:

Formação Acadêmica:

Atividade/Cargo/Função:

Tempo de Experiência:

Organização:

Unidade/Departamento/Setor:

Perfil da Organização:

Rio de Janeiro, de de 2019.

Assinatura do Entrevistado(a)

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE III - Plano de Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto

	<Nome da Organização>
PLANO DE GESTÃO DA DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO DO PRODUTO (PGDTDP)	
Produto: <Nome do Produto>	

SEÇÃO 1: CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

• Descrição do Produto

<Inserir a definição e as características do produto (software/sistema) ou de um módulo específico deste produto no qual será executado o método>

• Processos de Desenvolvimento da Organização

<Descrever o processo de desenvolvimento da organização ou inserir um LINK de acesso para a visualização do processo>

• Documentação Esperada para o Produto

<Informar os artefatos que a organização preconiza a serem utilizados em seus projetos, seja na execução dos processos de desenvolvimento ou em relação à gestão de projetos>

• Documentação Usada no Produto

<Informar a documentação utilizada pelas equipes de desenvolvimento em seus processos de trabalho que não são preconizadas pela organização, ou seja, adotada por iniciativa própria da equipe>

SEÇÃO 2: EQUIPES

• Equipe do Produto

<Informar os membros que compõem a equipe do produto em questão>

Nome	Setor	Cargo/Função	E-mail

• Equipe Responsável pela Gestão da Dívida Técnica de Documentação do Produto

<Definir os profissionais que serão responsáveis por analisar cada tipo de documentação. Cada profissional será responsável por analisar a documentação relacionada ao seu conhecimento técnico>

	<Nome da Organização>
PLANO DE GESTÃO DA DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO DO PRODUTO (PGDTDP)	
Produto: <Nome do Produto>	

Nome	Papel	Responsabilidades

SEÇÃO 3: ELEMENTOS DA DÍVIDA TÉCNICA DE DOCUMENTAÇÃO

• Causas

<Inserir as possíveis causas da dívida técnica de documentação, identificadas durante a execução do método, relacionando-a as suas respectivas fases (gestão de projetos, requisitos, design, construção, testes e manutenção, e as causas descritas no Guia DOTED e que sejam pertinentes à realidade do produto em questão)>

• Consequências

<Inserir as consequências relacionadas à dívida técnica de documentação, observadas durante a execução do método, relacionando-a as suas respectivas fases (gestão de projetos, requisitos, design, construção, testes e manutenção, e as consequências descritas no Guia DOTED e que sejam pertinentes à realidade do produto em questão)>

• Boas Práticas

<Inserir as boas práticas adotadas durante a execução do método para mitigar os problemas de dívida técnica de documentação, relacionando-a as suas respectivas fases (gestão de projetos, requisitos, design, construção, testes e manutenção, e as boas práticas descritas no Guia DOTED e que sejam pertinentes à realidade do produto em questão)>

• Documentação

<Inserir a documentação preconizada pela organização, a documentação utilizada na prática pela equipe de desenvolvimento e a documentação descrita no Guia DOTED que seja pertinente à realidade do produto em questão. Todos os artefatos descritos devem ser relacionados às suas respectivas áreas de conhecimento (gestão de projetos, requisitos, design, construção, testes e manutenção)>

APÊNDICE IV - Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar do estudo de caso sobre a “**aplicação do método para apoiar o gerenciamento da dívida técnica de documentação - DOTED**”. O objetivo do estudo é obter sua percepção sobre a utilidade, facilidade de uso e possibilidade de uso futuro do DOTED, assim como identificar oportunidades de melhoria no método. Caso concorde em participar, você será solicitado(a) a executar o DOTED em um produto em que atua, fornecendo informações sobre o planejamento e a execução dos projetos, assim como as características das equipes.

1. PROCEDIMENTOS: O estudo será realizado com data e hora marcada com os participantes pré-selecionados. Será realizada uma apresentação do método aos participantes. Em seguida, o estudo será executado de forma individual ou em grupo, seguindo sempre o planejamento feito pelo pesquisador responsável. Ao final do estudo, será solicitado aos participantes que respondam a algumas questões sobre sua percepção de utilidade, facilidade de uso e possibilidade de uso futuro do método.

2. TRATAMENTO DE POSSÍVEIS RISCOS E DESCONFORTOS: Serão tomadas as devidas providências durante a coleta de dados de forma a garantir sua privacidade e anonimato.

3. BENEFÍCIO E CUSTOS: Espera-se que como resultado deste estudo, você possa aprimorar seus conhecimentos, de maneira a contribuir para o aumento da qualidade das atividades com as quais trabalha ou que possa vir a trabalhar. Este estudo também contribuirá com resultados importantes para a pesquisa que está sendo realizada. Você

não terá nenhum gasto ou ônus com a participação no estudo, assim como não receberá qualquer espécie de reembolso ou gratificação devido à autorização dos seus dados na pesquisa.

4. CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA: Destaca-se que o nome do participante, da organização e detalhes sobre funcionalidades desenvolvidas nos projetos serão estritamente confidenciais, sendo omitidos em que qualquer trabalho que venha a ser publicado. Entretanto, as demais informações serão utilizadas e publicadas em trabalhos científicos.

5. PARTICIPAÇÃO: Sua participação neste estudo de pesquisa é completamente voluntária e você pode se recusar a participar ou sair a qualquer momento, sem penalidades. Em caso de você decidir se retirar do estudo, deverá notificar o pesquisador responsável. A recusa em participar ou a saída do estudo não trará nenhum tipo de prejuízo, tanto para o participante quanto para a organização.

6. DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO: Declaro que li e estou de acordo com as informações contidas neste documento e que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi explicada satisfatoriamente, recendo respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste termo (TCLE). Compreendo que sou livre para não autorizar a utilização dos meus dados neste estudo a qualquer momento e sem qualquer penalidade. Declaro concordar de espontânea vontade a participar deste estudo.

Nome do Participante: _____

Data: ____/____/____

Assinatura: _____

Nome do Pesquisador: _____

Data: ____/____/____

Assinatura: _____