



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

EDNEUCI DENISE AUDACIO

**INTEGRAÇÃO DE TÉCNICAS PARA MELHORIA DA QUALIDADE DE
REQUISITOS. UMA ABORDAGEM APLICADA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2021

EDNEUCI DENISE AUDACIO

**INTEGRAÇÃO DE TÉCNICAS PARA MELHORIA DA QUALIDADE
DE REQUISITOS. UMA ABORDAGEM APLICADA**

**INTEGRATION OF TECHNIQUES TO IMPROVE THE QUALITY OF
REQUIREMENTS. AN APPLIED APPROACH**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientadora: Prof. Dra. Katia Romero Felizardo

Co-orientador: Prof. Dr. Elias Canhadas Genvigir

CORNÉLIO PROCÓPIO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



EDNEUCI DENISE AUDACIO

UMA ANÁLISE PARA A AVALIAÇÃO DA CONSISTÊNCIA, COMPLETEZ E CORRETEDE DOS REQUISITOS, UTILIZANDO O MODELO DE AVALIAÇÃO DA MATUREZADE DE PROCESSO UNI-REPM JUNTAMENTE COM A TÉCNICA 3'C

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Computação Aplicada.

Data de aprovação: 29 de Julho de 2021

Prof.a Katia Romero Felizardo Scannavino, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Elias Canhadas Genvigir, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Jose Augusto Fabri, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Leonardo Dagnino Chiwiacowsky, Doutorado - Universidade de Caxias do Sul (Ucs)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/07/2021.

Minha mãe Vera Lucia Smania, uma mulher muito a frente do seu tempo, exemplo de força e superação, sempre aprendendo a se reinventar em todos os obstáculos imposto pela vida... uma verdadeira fenix.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, suporte espiritual e principalmente por ter feito com que eu conhecesse as pessoas certas para me apoiar na construção desse projeto.

Agradeço em especial a minha orientadora a professora Katia Romero Felizardo pela confiança depositada em mim, pela gentileza e grande sensibilidade em aceitar que o Professor Elias Canhadas Genvigir pudesse ser meu co-orientador.

Agradeço profundamente ao professor Elias Canhadas Genvigir por ter me conduzido diretamente na realização deste trabalho com conselhos sobre a pesquisa, carreira e vida. Agradeço pela gigantesca paciência, enorme sensibilidade, compreensão e pela motivação dispensada durante toda a realização deste trabalho.

Quero agradecer às famílias da professora Katia Romero Felizardo e professor Elias Canhadas Genvigir por terem abdicado de várias horas de suas companhias em favor desse estudo.

Às colegas Rebeca Teodoro da Silva, Mariana Karina Miglionari por todos os conselhos, ajudas, inúmeras conversas e palavras de apoio e principalmente pelos trabalhos realizados conjuntamente.

A todos os colaboradores de trabalho da empresa ABC, que aceitaram ao desafio de inserir alterações em suas rotinas e permitiram que os resultados deste trabalho fossem obtidos.

Não posso deixar de agradecer ao meu irmão Fernando Audacio, que me auxiliou nas inúmeras revisões de português, traduções dos artigos para o Inglês. Agradeço também todos aqueles do meu convívio que contribuíram e apoiaram, diretamente e indiretamente, para a conclusão deste projeto.

"Criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas e não simplesmente repetir o que outras gerações fizeram; homens que sejam criativos, inventores e descobridores; o segundo objetivo é formar mentes que possam ser críticas, que possam analisar e não aceitar tudo que lhes é oferecido". (PIAGET, 1970)

RESUMO

AUDACIO, Edneuci Denise. INTEGRAÇÃO DE TÉCNICAS PARA MELHORIA DA QUALIDADE DE REQUISITOS. UMA ABORDAGEM APLICADA. 125 f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2021.

Contexto: Quanto mais rápido um negócio puder alterar seus processos e softwares, mais preparado estará para reagir a eventos de concorrência no mercado e mudanças de regra de negócio. Sob este aspecto, a engenharia de requisitos (E.R) entra em destaque, como sendo um ramo da engenharia de software responsável por lidar com uma das primeiras etapas do desenvolvimento: a compreensão das necessidades do cliente e a definição destas na forma de um conjunto estruturado de requisitos os quais o software deve atender. Portanto, os requisitos de um projeto de software devem estar definidos de forma consistente, completa e correta, de forma a possibilitar a validação e verificação do software pelos clientes e a certeza que os mesmos foram corretamente atendidos. **Objetivo:** Essa dissertação apresenta uma proposta de melhorias na qualidade de requisitos visando à avaliação da consistência, da completude e da corretude de requisitos, registrados nos artefatos de requisitos. **Método:** Primeiramente, foi realizado um mapeamento para conhecer os processos e artefatos existentes. Sequencialmente, aplicado o modelo de avaliação Uni-REPM para identificar o nível de maturidade dos processos de requisitos. Realizado uma verificação no artefato de requisito denominado Ordem de Serviço (O.S) de um período de 60 dias para identificar se as unidades de requisitos descritas nesse artefato possuíam consistência, completude e corretude, para essa análise foi empregado o uso da técnica 3'C. Em sequência, foi executado nova análise objetivando identificar se as tarefas e ações contidas nos processos de requisitos classificadas como incompletos pelo modelo de avaliação Uni-REPM afetavam diretamente a consistência, completude e corretude das unidades de requisitos. De posse desse resultado, foram realizadas implementações de melhorias nessas tarefas e ações e novas coletas. **Conclusão:** Ao concluir as três coletas de dados, foi possível observar que, mesmo com acréscimo em: 14% nas quantidade de O.S, 141,72 % nas unidades de informação (U.I) e, ainda acréscimo em 111,95 % nas horas de codificação, as horas utilizadas em retrabalho tiveram redução de 73,23% .

Palavras-chave: Consistência, Completude, Corretude, Avaliação Processo de requisito, maturidade, Uni-REMP

ABSTRACT

AUDACIO, Edneuci Denise. INTEGRATION OF TECHNIQUES TO IMPROVE THE QUALITY OF REQUIREMENTS. AN APPLIED APPROACH. 125 f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2021.

Context: The faster a business can change its processes and software, the more prepared it will be to react to competitive market events and business rule changes. In this respect, requirements engineering (E.R) stands out as a branch of software engineering responsible for dealing with one of the first stages of development: understanding the customer's needs and defining these in the form of a structured set of requirements that the software must meet. Therefore, the requirements of a software project must be defined in a consistent, complete and correct manner, in order to enable the validation and verification of the software by the customers and the certainty that they were correctly attended to. **Objective:** This dissertation presents a proposal for improvements in the quality of requirements aimed at evaluating the consistency, completeness and correctness of requirements, registered in the requirements artifacts. **Method:** First, a mapping was carried out to know the existing processes and artifacts. Sequentially, the Uni-REPM evaluation model was applied to identify the maturity level of the requirements processes. A check was performed on the requirement artifact called Service Order (S.O) for a period of 60 days to identify whether the requirement units described in this artifact had consistency, completeness and correctness, for this analysis the use of the 3'C technique was used. In sequence, a new analysis was performed to identify whether the tasks and actions contained in the requirements processes classified as incomplete by the Uni-REPM evaluation model directly affected the consistency, completeness and correctness of the requirements units. With this result in hand, implementations of improvements in these tasks and actions and new collections were carried out. **Conclusion:** Upon completion of the three data collections, it was possible to observe that, even with an increase in: 14% in the amount of OS, 141.72 % in the UI, and still an increase in 111.95 % in encoding hours, the hours used in rework were reduced by 73.23% .

Keywords: Consistency, Completeness, Correctness, requirement process requirement, maturity Uni-REMP..

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– Modelo Processo de avaliação Uni-REPM	29
FIGURA 2	– Modelo de Processo de acesso de uma unidade de informação ...	36
FIGURA 3	– Ciclo da pesquisa-Ação	39
FIGURA 4	– Processo de Dúvida ou Correção	47
FIGURA 5	– Nova implementação	49
FIGURA 6	– Resultado da Análise de correções	68
FIGURA 7	– Resultado da Análise de 151 unidades de Informação	68
FIGURA 8	– Primeira coleta de dados	88
FIGURA 9	– Segunda coleta de dados	91
FIGURA 10	– Terceira coleta de dados	92
FIGURA 11	– Análise comparativa entre horas e U.I	94
FIGURA 12	– Análise comparativa entre as coletas	94
FIGURA 13	– Comparativo entre o total de coletas	95
FIGURA 14	– Resultado da análise das 325 unidades de informação	96
FIGURA 15	– Publicação SBQS 2016	109

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	– Fases do método pesquisa-ação	42
TABELA 2	– Suporte Organizacional	51
TABELA 3	– Gerenciamento de Processos de Requisitos	52
TABELA 4	– Elicitação de Requisitos	53
TABELA 5	– Análise de Requisitos	54
TABELA 6	– Planejamento de Liberação	55
TABELA 7	– Documentação e Especificação de Requisitos	56
TABELA 8	– Validação de Requisitos	56
TABELA 9	– MPA - Suporte Organizacional	60
TABELA 10	– MPA - Gerenciamento de Processos de Requisitos	61
TABELA 11	– MPA - Elicitação de Requisitos	62
TABELA 12	– MPA - Análise de Requisitos	63
TABELA 13	– MPA - Planejamento de Liberação	64
TABELA 14	– MPA - Documentação e Especificação de Requisitos	65
TABELA 15	– MPA - Validação de Requisitos	66
TABELA 16	– Ações Uni-REPM Incompletas	67
TABELA 17	– Apresentação do Uni-REPM - Diretoria	71
TABELA 18	– Horas de retrabalho X Desenvolvedor	72
TABELA 19	– Apresentação do Uni-REPM - projeto, análise e desenvolvimento ..	73
TABELA 20	– Apresentação do Uni-REPM - qualidade, suporte e implantação ...	74
TABELA 21	– Explanação do Uni-REPM para o departamento de análise e desenvolvimento	75
TABELA 22	– Ações uni REPM X ações incompletas na empresa	76
TABELA 23	– Apresentação das tarefas existêntes e as que necessitam de alteração	78
TABELA 24	– Ações Uni-REPM existentes	78
TABELA 25	– Alinhamento do quadro de tarefas e ações	80
TABELA 26	– Ação e tarefa por Depto-Id requisito/U.I	81
TABELA 27	– Ação e tarefa por Depto-Id inf. restrições de domínio do sistema ...	81
TABELA 28	– Ação e tarefa por Depto-Id inf. processo de negócios do sistema ...	82
TABELA 29	– Ação e tarefa por Depto-Id inf. o domínio operacional do sistema ..	82
TABELA 30	– Ação e tarefa por Depto-Id inf. limites do sistema	83
TABELA 31	– Ação e tarefa por Depto- Anal.requisitos/U.I em falta ou duplicados	84
TABELA 32	– Ação e tarefa por Depto- Anal.requisitos/U.I ambíguos	84
TABELA 33	– Ação e tarefa por Depto- Anal. exatidão dos requisitos/U.I	85
TABELA 34	– Ação e tarefa por Depto- Anal.os testes realizados com os requisitos/U.I	85
TABELA 35	– Ação e tarefa por Depto- Criar Protótipo	86

TABELA 36 – Ação e tarefa por Depto- Validar os requisitos/U.I com as partes interessadas	86
TABELA 37 – Ação e tarefa por Depto- Usar lista para assegurar a qualidade dos requisitos/U.I	86
TABELA 38 – Alinhamento colaborador Dev3	87
TABELA 39 – Alinhamento colaborador Qualidade	87
TABELA 40 – Acompanhamento das implementações	89
TABELA 41 – Reunião 10	90
TABELA 42 – Reunião 11	90
TABELA 43 – Reunião 12	91

LISTA DE SIGLAS

BPMN - Business Process Model and Notation

CBR - Case-Based Reasoning

C'3 - Técnica utilizada para verificação e validação de requisitos

DEV - Desenvolvedores

DIR - Diretores da empresa ABC

Dwins - Ambiente gratuito de rastreamento de tempo, quadro de horários, gerenciamento de conteúdo, rastreamento de problemas e gerenciamento de projetos baseado na Web

ER - Engenharia de Requisito

ES - Engenharia de software

IEEE Std.830 - Prática Recomendada Para Especificações de Exigências de Software

QUALI - Pessoas que trabalham no departamento de qualidade

MPA - Main Process Area

OMG - Object Management Group

OTRS - Open Souce Ticket Request

O.S - Ordens de serviços

U.I - Unidade de informação

PROJ - Pessoas que trabalham no departamento de projetos

SPA - Sub-process Area

Uni-REPM - Unified Requirements Engineering Process Maturity Model

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problemas e Motivação	16
1.2	Objetivos	18
1.2.1	Objetivo Geral	18
1.2.2	Objetivos Específicos	18
1.3	Organização do Texto	19
1.4	Referencial teórico	20
1.5	Qualidade de Requisito	20
1.6	Modelagem de processos	22
1.7	Avaliação da maturidade do Processo de E.R	24
1.8	Uni-REPM	26
1.9	Verificação e Validação dos requisitos	30
1.10	Técnica 3'C	32
1.11	Requisitos e a Unidade de Informação	35
2	MÉTODO	38
2.1	Coleta de informações	43
2.2	Aplicação do UNI-REMP: conhecendo os processos	46
2.3	Usando o modelo Uni-REPM na empresa em estudo	50
2.4	Ações do processo Uni-REPM com técnica 3'C	57
2.5	Aplicando a Técnica 3'C em O.S já concluídas	67
3	EXECUÇÃO DA PESQUISA-AÇÃO E COLETA DE DADOS	70
3.1	Início das implementações e reuniões	70
3.2	Análise dos resultados	92
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
4.1	Contribuições	99
4.2	Trabalhos futuros	100
	REFERÊNCIAS	102
	Apêndice A – POSTER PUBLICADO NO SBQS 2016	109
	Apêndice B – ARTIGO PUBLICADO NO WER 2021	111

1 INTRODUÇÃO

Para atender a demanda de um mercado cada vez mais exigente, competitivo, com clientes e necessidades complexas, que sofre alterações e reestruturações constantes em suas regras de negócios, é necessário que as organizações busquem uma evolução contínua e possuam softwares que atendam a estas necessidades (FERRARI et al., 2017).

Para atingir os objetivos das empresas, torna-se imprescindível que os processos de negócios sejam reformulados e inovados, bem como os softwares de suporte. A integração destes elementos é um fator determinante para o sucesso almejado das organizações empresariais. Nesse cenário, os softwares são facilitadores do negócio e, portanto, precisam estar alinhados com os reais objetivos e necessidades das empresas, serem adaptáveis para satisfazer as demandas dos clientes e usuários e ainda permitir evoluções (GAO et al., 2011).

Para atingir estes objetivos, é necessário que o projeto de desenvolvimento do software tenha requisitos que atendam as demandas dos clientes. Sob este aspecto, a Engenharia de Requisitos (E.R) entra em destaque como sendo um ramo da Engenharia de Software responsável por lidar com as primeiras etapas do desenvolvimento do mesmo. Ela compreende a avaliação das necessidades do cliente e define um conjunto estruturado de requisitos os quais o software deve atender (SAWYER et al., 2017; GÉNOVA et al., 2013; SOMMERVILLE, 2011).

Devido à grande quantidade de informações quantitativas e qualitativas envolvidas nos requisitos fornecidos pelos clientes, alguns autores apontam a necessidade de se utilizar modelos de avaliação da maturidade de processos de requisitos (SVAHNBERG et al., 2015; VILELA et al., 2018; HADDAD et al., 2016; GORSCHER; TEJLE, 2002; NGUYEN et al., 2012). Por meio da avaliação da

maturidade dos requisitos, é possível identificar as tarefas e ações, as quais serão descritas ao longo deste trabalho, e também como são realizados os processos de requisitos dentro de uma empresa.

O objetivo de conhecer e avaliar a maturidade dos processos de requisitos está na transparência em obter um profundo conhecimento sobre os processos. Para conhecer a fundo os processos que uma empresa possui, o ponto de partida é entender o quanto os processos da empresa estão consolidados e o quanto ainda se pode evoluir (SVAHNBERG et al., 2015; SOLEMON et al., 2012; ZANONI et al., 2014; NGUYEN et al., 2012; GORSCHEK; TEJLE, 2002).

Dentre os modelos de avaliação encontrados na literatura, o *Unified Requirements Engineering Process Maturity Model* (Uni-REMP) é um modelo de maturidade para o processo de E.R. Seu objetivo é ser aplicável para avaliar a maturidade dos processos de E.R em todos os cenários de uma empresa, sendo utilizado nas mais diferentes abordagens de desenvolvimento (GORSCHEK; TEJLE, 2002; SVAHNBERG et al., 2015).

Para a aplicar a avaliação da maturidade de processos, o Uni-REMP recomenda que seja realizado o mapeamento das atividades, artefatos do processo de E.R, bem como a validação das rotinas internas da empresa. Segundo (NOGUEIRA, 2017) as abordagens baseadas em modelagem de processos são úteis para identificar os requisitos, pois, o conhecimento é capturado em um nível de necessidade comercial, ou seja, em linguagem natural, mais abstrata do que muitas outras abordagens de especificação.

Alguns autores (ZOWGHI; GERVASI, 2015; KAMALRUDIN et al., 2011; FERRARI et al., 2017; SAWYER et al., 2017; VILELA et al., 2018; PALOMARES et al., 2014; WU et al., 2018) sugerem que os requisitos escritos em linguagem natural são, por definição, ambíguos, podendo induzir à incorreção, à inconsistência e à incompletude. Porém, espera-se que os requisitos de um projeto de desenvolvimento de software sejam consistentes, completos e corretos, possibilitando a compreensão e o entendimento das necessidades solicitadas, bem como a validação das mesmas pelos clientes. Por fim, espera-se certificar de que os mesmos foram corretamente atendidos.

Entretanto, na fase inicial de um processo de desenvolvimento de software, os requisitos são vagos e ganham formalidade enquanto a evolução ocorre (ZOWGHI; GERVASI, 2015). A compreensão do domínio evolui da mesma forma, ou seja, a cada incremento no requisito, poderá haver um incremento no domínio, e vice e versa. Isto possibilitará uma maior compreensão para os analistas, bem como a validação destes pelos clientes (FERRARI et al., 2017; SAWYER et al., 2017; KUCHTA, 2016; GÉNOVA et al., 2013; ZOWGHI; GERVASI, 2015).

Na prática, os requisitos dificilmente são definidos ou criados de uma única vez. Em via de regra, o processo de identificação dos requisitos ocorre de forma evolutiva e incremental (AGUIAR et al., 2017; FERRARI et al., 2016; GÉNOVA et al., 2013; ZOWGHI; GERVASI, 2015; CORDES; CARVER, 1989). Portanto, é essencial a realização, verificação e validação dos requisitos que, por consequência, irá resultar em requisitos que representem adequadamente o domínio e com melhores descrições (SVAHNBERG et al., 2018; VILELA et al., 2018; SAWYER et al., 2017).

Neste sentido, a técnica 3'C (*Consistency, Completeness, and Correctness*) apresentada por Zowghi e Gervasi (2003) tem por objetivo verificar e validar os requisitos quanto à consistência, completude e corretude, alcançando assim maior precisão nas especificações dos requisitos. Tal avaliação possui indicadores que podem ser utilizados para melhorar as especificações de requisitos. Uma das vantagens desta técnica está na capacidade de identificar mudanças nos requisitos e nos domínios, alcançando maior precisão e validação dos requisitos.

Outra vantagem do uso da técnica 3'C está na capacidade de auxílio em identificar quando o requisito não necessita de mais informação para que esteja completo, ou seja, quando se pode provar que a especificação é completa e correta em relação às necessidades do negócio, levando como base as medidas de consistência, completude e corretude como indicador (ZOWGHI; GERVASI, 2003; SARMIENTO et al., 2015; ZOWGHI; GERVASI, 2015; KUCHTA, 2016).

Com o intuito de investigar como melhorar a qualidade de requisitos, este trabalho propõe aplicar o modelo de avaliação Uni-REPM, identificando as tarefas e ações classificadas como completas e incompletas. Após a obtenção desse conhecimento, será utilizada a técnica 3'C para determinar se os requisitos das

ações incompletas afetam a consistência, completude e correte nos requisitos. Esta pesquisa será aplicada em uma empresa de desenvolvimento de software especializada em sistemas para o segmento de transporte de cargas rodoviárias, da cidade de Londrina, a qual está no mercado desde 1986.

1.1 PROBLEMAS E MOTIVAÇÃO

O sucesso do software para o cliente é mensurado por atender os critérios estabelecidos na fase inicial do projeto, como por exemplo o prazo, o custo e o escopo. Porém, além das empresas de desenvolvimento terem que se preocupar com os mesmos critérios apontados anteriormente, é ainda adicionado o conceito de atender e manter a satisfação de seus clientes (BITENCOURT et al., 2016). Desta forma, mensurar o sucesso do software é um fator crítico (SOMMERVILLE, 2011; PALOMARES et al., 2014). Portanto, priorizar a fase de requisitos torna-se essencial em um projeto de desenvolvimento de software.

Na literatura são evidenciados em diversos estudos que, em um processo de desenvolvimento de software, a fase E.R é uma etapa crítica (SARMIENTO et al., 2015; FERRARI et al., 2016; FERRARI et al., 2017; PALOMARES et al., 2014; GAO et al., 2011), uma vez que é nesta etapa que os engenheiros de requisitos extraem informações das necessidades e expectativas do cliente acerca do software a ser desenvolvido.

No decorrer do ciclo de desenvolvimento do software, e até mesmo durante o processo de identificação dos requisitos, é comum ocorrer alterações, evoluções e, em muitos casos, receber incrementos. Fato este que pode ser ocasionado por diferentes motivos como por exemplo: alterações no contexto onde o software está ou será inserido, novas necessidades dos clientes, alterações na legislação e mudanças nas regras de negócios influenciadas por elementos externos (FERRARI et al., 2017; ZOWGHI; GERVASI, 2015; SAWYER et al., 2017; SVAHNBERG et al., 2015). Portanto, os requisitos dificilmente são definidos ou criados em uma única etapa.

O processo de identificação dos requisitos ocorre de forma evolutiva e

incremental, geralmente com quantidade elevada de requisitos inconsistentes, incompletos e, em alguns casos, ambíguos. Deste modo, a qualidade final do software é impactada de maneira negativa (FERRARI et al., 2017; ZANONI et al., 2014; CORDES; CARVER, 1989; SAWYER et al., 2017).

Dessa forma, é fundamental a validação e verificação dos requisitos. Todas as atividades do processo de desenvolvimento de software, principalmente as etapas iniciais, são dependentes da participação e entendimento das reais necessidades dos clientes. Sendo assim, a identificação, compreensão e documentação incorreta dos requisitos é frequentemente um fator de insucesso, retrabalho, atrasos e custos adicionais durante o desenvolvimento de software (SVAHNBERG et al., 2015; PALOMARES et al., 2014; WU et al., 2018; ZOWGHI; GERVASI, 2015).

Como motivação para o desenvolvimento deste trabalho, aponta-se as observações empíricas ao longo de 15 anos de experiência de desenvolvimento de software da autora que, constantemente observou os problemas relatados (retrabalhos, atrasos e custos adicionais durante o desenvolvimento de software). Ao longo destes anos, em suas atividades, sempre teve contato direto com os clientes, recebendo diversos tipos de solicitações e reclamações, tais como:

1. Solicitações de clientes entregues de forma incorreta e incompleta;
2. Produto recebido não condiz com o solicitado;
3. Atraso na entrega das solicitações realizadas pelos clientes;
4. Sugestões de melhorias;
5. Novas implementações diante de alterações em regras de negócio do cliente.

A autora também observou uma frequente falha na comunicação e no entendimento das solicitações realizadas pelos clientes. Também foram encontrados problemas no ambiente do cliente que, por consequência, gerou horas de retrabalho para que as solicitações fossem concluídas como solicitadas e desejadas pelo cliente. Considerando tais problemas, apresentou-se a necessidade da investigação com rigor acadêmico para determinar a origem dos problemas apontados e de técnicas para sua redução/correção.

A fim de compreender os problemas observados pela autora, foi realizada uma busca por técnicas que permitissem avaliar a qualidade dos requisitos gerados. Tais problemas poderiam estar relacionados aos frequentes problemas de comunicação e entendimento das solicitações dos clientes. Foi identificado que a técnica para avaliação da consistência e da corretude de requisitos poderia ser utilizada para avaliar a qualidade desses itens.

Sendo assim, este trabalho apresenta os resultados da avaliação da consistência, completude e a corretude dos requisitos em uma empresa de desenvolvimento de software (empresa ABC), a avaliação e melhoria do processo de requisitos desta empresa e a realização de um estudo para avaliar as melhorias realizadas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo geral adotar um processo de avaliação da consistência, completude e corretude para garantir a qualidade de requisitos registrados nos artefatos de requisitos. Contudo, a solução, se adequada para a empresa em estudo, poderá ser aplicada para demais empresas de desenvolvimento de software que se encontre com os mesmos problemas de requisitos.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir os objetivos desta pesquisa, serão realizadas as seguintes atividades:

1. Analisar as atividades de levantamento de requisitos nos documentos de artefatos de requisitos da empresa ABC;
2. Modelar os processos internos para analisar as atividades, artefatos e ações realizadas na em empresa estudo;

3. Utilizar a técnica 3'C para avaliar a consistência, completude e a correção de requisitos;
4. Mensurar a consistência, a completude e a correção dos requisitos existentes nos artefatos de requisitos já executados e que possuam o registro de horas de retrabalho;
5. Analisar os resultados para avaliar a relação entre consistência, completude, correção e retrabalho;
6. Analisar e modelar o processo de E.R utilizado pela empresa e avaliar a maturidade deste processo;
7. Avaliar os itens do processo que apresentam deficiências e propor alteração no processo com base nas práticas já conhecidas na literatura para melhoria do registro dos requisitos;
8. Avaliar a consistência, a completude e a correção nos artefatos de requisitos elaborados após as alterações propostas e o esforço de retrabalho decorrentes desses novos artefatos.

Com os resultados encontrados, é esperado que haja aperfeiçoamento nos registros dos requisitos, por meio das alterações e melhorias propostas nos processos e avaliação da maturidade do processo de levantamento dos requisitos de modo que esses estejam consistentes, completos e corretos.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Esta dissertação está organizada em sete capítulos, da seguinte forma:

Após a Introdução do trabalho seguido da apresentação do tema, dos problemas e dos objetivos, a sequência é uma descrição dos assuntos propostos, com uma exposição ordenada da seguinte forma: revisão bibliográfica, método, coleta de dados, aplicação do Uni-REPM: um estudo de caso, execução da pesquisa-ação e coleta de dados, considerações finais e por fim as referências bibliográficas, respectivamente.

1.4 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo apresentar a revisão bibliográfica da presente dissertação de mestrado. Na Seção 1.5, é apresentado um breve relato sobre qualidade de requisito. Na Seção 1.6, é apresentada a modelagem de processo. Na Seção 1.7, são descritos os processos de avaliação de requisitos. Na Seção 1.8, é apresentado o processo de avaliação de maturidade, o Uni-REPM. Na Seção 1.9, são detalhados tópicos sobre a verificação e validação de requisito. Na Seção 1.10, é apresentada a técnica 3'C, na Seção 1.11, é descrito sobre as unidades de informações dos requisitos.

1.5 QUALIDADE DE REQUISITO

A base para um bom desenvolvimento de software está relacionada diretamente com a qualidade dos requisitos (CHEN et al., 2014; PHILLIPS et al., 2012). Os requisitos de um projeto de software devem estar claramente definidos, de forma a possibilitar que seus clientes possam efetuar validações e terem a certeza de que suas solicitações foram corretamente atendidas.

Sendo assim, torna-se fundamental priorizar a gerência dos requisitos, uma vez que eles incluem especificações dos serviços que o software deve prover, bem como as restrições, delimitando assim a estrutura principal do software (SAWYER et al., 2017; WU et al., 2012; YAHAYA; DERAMAN, 2010). Nesse aspecto, destaca-se a E.R, como sendo um ramo da Engenharia de Software (E.S) responsável por lidar com uma das primeiras etapas do desenvolvimento de um software, ou seja, a compreensão das necessidades do cliente e a definição dessas necessidades na forma de um conjunto estruturado de requisitos, os quais o software deve atender (FERRARI et al., 2017; PALOMARES et al., 2014; GÉNOVA et al., 2013).

Porém, não basta apenas saber o que são requisitos, identificá-los e analisá-los, também é preciso que eles estejam descritos de forma consistente, completa e correta (SAWYER et al., 2017; FERRARI et al., 2016; ZOWGHI; GERVASI, 2015). Os requisitos direcionam a elaboração de uma solução no software cujo o foco é atender

as necessidades do cliente.

Diante das dificuldades relatadas, é possível perceber que defeitos em software são comuns, e estes, em sua maioria, foram originados por uma análise de requisitos deficiente, a qual ocasiona horas de retrabalho, elevação de custos e, em muitos casos, resulta na insatisfação do cliente (HAYES et al., 2015; GÉNOVA et al., 2013; PHILLIPS et al., 2012).

A busca pela a qualidade do processo de definição dos requisitos inicia-se na atividade de elicitação, que visa a identificar requisitos para um software com foco nas fontes de conhecimento disponíveis, envolvendo as partes interessadas (FERRARI et al., 2016; PALOMARES et al., 2014; GAO et al., 2011; SOMMERVILLE, 2011). Para se obter sucesso nesta atividade, é indispensável uma colaboração mútua entre cliente e engenheiro de requisitos, bem como uma habilidade de comunicação e interpretação entre o desejado e o previsto (HAYES et al., 2015; GÉNOVA et al., 2013; MURIANA et al., 2012).

A comunicação entre as partes interessadas (analistas de sistemas, desenvolvedores, gerente de projetos, clientes e engenheiros de requisitos) pode ser realizada de várias formas, a mais comum é o registro de informações em linguagem natural, na qual o cliente expressa sua percepção do problema e o que espera do software, enquanto que o engenheiro de requisitos emprega técnicas com o objetivo de identificar os requisitos, bem como aspectos relacionados ao domínio (FERRARI et al., 2017; PALOMARES et al., 2014).

A linguagem natural apresenta vantagens, visto que é um meio conhecido e não necessita de treinamentos específicos entre as partes. Todavia, apesar de suas vantagens, a literatura recomenda atenção para ambiguidade, incorreção, inconsistência e incompletude, pelo fato de tais requisitos serem descritos pelos próprios clientes (FERRARI et al., 2017; KUCHTA, 2016; KAMALRUDIN et al., 2011; ZOWGHI; GERVASI, 2015).

Vale ressaltar que uma documentação inadequada de especificação de requisitos pode resultar na dificuldade de compreensão e má interpretação, afetando negativamente o desenvolvimento de software e fazendo com que o produto

a ser entregue se distancie dos requisitos inicialmente solicitados pelo cliente (THITISATHIENKUL; PROMPOON, 2015).

Sendo assim, é de grande relevância possuir artefatos de requisitos com qualidade, padrões e estrutura pré-definida, onde os requisitos identificados devem estar descritos de forma consistente, completa e correta, possibilitando que, após a fase de testes, os clientes tenham a certeza de que seus requisitos foram corretamente atendidos (SOMMERVILLE, 2011; SOARES; MOURA, 2015).

1.6 MODELAGEM DE PROCESSOS

As abordagens baseadas em modelagem de processos são úteis para auxiliar no processo de identificação dos requisitos, uma vez que o conhecimento é capturado em um nível de necessidade comercial, ou seja, linguagem natural (NOGUEIRA, 2017; BITENCOURT et al., 2016; BALDAUF et al., 2013; BRUCKER et al., 2012).

Com o modelo de processo, é possível compreender os problemas de uma organização, identificar potenciais melhorias e assegurar o comum entendimento entre os clientes e engenheiros de requisitos (BITENCOURT et al., 2016; OMG et al., 2011). O objetivo da modelagem de processos é desenvolver modelos que capturem as diversas características do domínio de negócio do cliente, simplificando as representações de uma realidade mais complexa e auxiliando na identificação das atividades dos processos de requisitos, nas ações e nas responsabilidades de cada ator envolvido no processo (NOGUEIRA, 2017; BITENCOURT et al., 2016).

Outro benefício da modelagem de processos consiste em padronizar uma linguagem para todas as fases do projeto, melhorando, assim, a interface entre as várias atividades, a precisão e a adequação do software para as reais necessidades da organização (NOGUEIRA, 2017).

Na literatura, são encontradas técnicas e abordagens que realizam a extração de requisitos a partir de modelos de processos. Como exemplo de tais técnicas pode-se citar a *Use Process*, REMO e também o uso de extensão do próprio BPMN, entre outras que foram propostas por outros autores, algumas delas serão descritas a seguir.

A abordagem denominada *Use Process* foi desenvolvida por Hernández et al. (2010) a qual utiliza elementos da notação BPMN, em conjunto com o diagrama de Casos de Uso da UML. Os autores relatam que através da implementação desta abordagem, os clientes puderam identificar e corrigir problemas em seus processos, também relatam que para os engenheiros de requisitos a elicitação nas necessidades do negócio se tornaram mais fáceis.

A técnica *Requirements Elicitation oriented by business process Modeling* REMO desenvolvida por Vieira et al. (2012) tem como objetivo compreender o contexto no qual o software irá funcionar, antes mesmo de identificar as suas funcionalidades. Os autores utilizam a modelagem de processos de negócios para elicitação de requisitos a partir de modelos organizacionais e modelos de processos de negócios.

A análise da abordagem do uso de extensão SLA (*Service Level Agreement*) apresentada por Saeedi et al. (2010), tem intuito de suportar os requisitos não funcionais a nível de processo empresarial e de auxiliar na modelagem dos serviços, servindo como base para os requisitos funcionais. Assim, os autores propuseram um modelo de avaliação analítica aplicando regras de redução como tempo, custo e confiabilidade.

Para a realização da modelagem de processos de software, é necessária a utilização de uma linguagem que demonstre os elementos mínimos para composição do processo de negócio de uma organização (NOGUEIRA, 2017; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2015). Uma linguagem de modelagem de processo deve fornecer um modelo e um significado que especifiquem os elementos básicos e necessários para os processos de negócios, de forma a permitir uma simulação de situações organizacionais em um ambiente de execução computacional (BITENCOURT et al., 2016).

É possível encontrar na literatura alguns modelos de notações, para a modelagem de processos, como por exemplo: YAWL (*Yet Another Workflow Language*) (HOFSTEDDE; AALST, 2005), Redes de Petri (MACIEL et al., 1996), EPC (*Event Driven Process Chain*) (AALST, 1999), *Business Process Model and Notation (BPMN)* (OMG et al., 2011; BITENCOURT et al., 2016; BOCCIARELLI; D'AMBROGIO, 2011; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2015), BPM (*Business Process Management*) (OMG

et al., 2011; BRUCKER et al., 2012), SPEM (*Software Process Engineering Metamodel Specification*) (SPEM, 2008), UML (*Unified Modeling Language*) (THONG; AMEEDDEEN, 2019).

A BPMN é um modelo de processo formado por um conjunto de métodos e tecnologias cujo objetivo é possibilitar que processos integrem-se, de forma lógica e cronológica, com clientes, fornecedores, parceiros, influenciadores e funcionários que queiram e necessitem interagir (OMG et al., 2011). A aplicação do BPMN permite mapear os processos organizacionais da empresa, buscando a integração para possibilitar maior agilidade nas atividades que envolvam pessoas, tarefas e aplicações de software (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2015; BACCHELLI et al., 2013).

Por meio do uso da notação BPMN, os analistas de negócio e analistas de requisitos podem documentar os modelos criados e analisarem com mais facilidade os processos da empresa em diferentes níveis, facilitando o entendimento por parte dos participantes dos processos de negócio (MONSALVE et al., 2012).

Com o uso da notação BPMN, será obtido o mapeamento dos processos, conhecimento das atividades, artefatos e a validação das rotinas internas da empresa ABC. Porém, a inserção de um modelo para avaliar a maturidade dos processos de levantamento de requisitos é necessária.

1.7 AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DO PROCESSO DE E.R

Para melhorar o processo e, conseqüentemente, a qualidade do software, a maturidade do processo de E.R deve ser avaliada (GORSCHEK; TEJLE, 2002; NGUYEN, 2010; SVAHNBERG et al., 2018). Sendo assim, nesta subseção serão apresentados brevemente os modelos REGPG guide, REPM, MDREPM e o modelo Uni-REPM, o qual terá um maior detalhamento, visto que este foi considerado para avaliar os processos da empresa ABC.

Os modelos de avaliação de processo REGPG guide, REPM, MDREPM e o Uni-REPM fornecem soluções simples e de baixo custo para identificação do processo da E.R. Também avaliam a maturidade dos processos da mesma e de proporcionam orientação aos profissionais da área sobre os benefícios resultantes de cada ação

executada (SVAHNBERG et al., 2018; HADDAD et al., 2016; GORSCHKEK; TEJLE, 2002). Os modelos de avaliação foram construídos com base em extensas revisões de literatura dos modelos CMMI, ISO 9000, *Tick It*, juntamente com uma revisão sistemática sobre E.R (SVAHNBERG et al., 2018; NGUYEN, 2010).

O guia REGPG (SAWYER et al., 1997) sugere um modelo de maturidade de requisitos baseado em 66 boas práticas de requisitos, onde 36 são classificadas como básicas, 21 como intermediárias e 9 como avançadas. As práticas avançadas referem-se à especificação formal, recomendada para o desenvolvimento de sistemas críticos. No entanto, o modelo propõe apenas 9 práticas para desenvolvimento de segurança, sendo muito sucintas.

O modelo *Requirements Engineering Process Model* (REPM) foi elaborado para ser aplicado em indústrias de desenvolvimento de software a fim de ser aplicado em projetos feitos sob medida. É basicamente um mapa onde se descreve o processo de E.R. Existem três principais áreas de atividade: elicitação, análise e negociação/gestão. Cada categoria possui tarefas individuais intituladas de ações. Cada ação possui um nível de maturidade do processo. No REPM existem cinco níveis de maturidade, sendo que o nível 1 indica um processo básico, e o nível 5, representa um processo de E.R evoluído. A razão para tal estrutura é que seja possível permitir que o conteúdo de modelos não impeça um maior desenvolvimento do modelo (GORSCHKEK; TEJLE, 2002; NGUYEN, 2010; SVAHNBERG et al., 2018)

O *Market-Driven Requirements Engineering Process Model* (MDREPM) é caracterizado por uma forte orientação para estratégia de mercado, visado aos processos de requisitos para o desenvolvimento de softwares voltados a um mercado geral. Possui um questionário que avalia se as boas práticas são ou não realizadas na organização, e permite obter uma representação gráfica para avaliar os resultados (SVAHNBERG et al., 2015).

Assim como o modelo Uni-REPM, o MDREPM está estruturado em cinco áreas de processo principais: Suporte Organizacional, Planejamento de Lançamento, Gerenciamento de Requisitos, Elicitação de Requisitos e Análise de requisitos. O MDREPM tem duas representações: nivelada ou escalonada. O questionário de avaliação é composto por várias questões que avaliam cada área de processo no

modelo.

Por sua vez, o Uni-REPM é um modelo simples e prático que apresenta a maturidade do processo de E.R através de um conjunto de atividades, além de fornecer às organizações industriais um método rápido para identificar os pontos fortes e fracos de cada processo (SVAHNBERG et al., 2018; VILELA et al., 2018).

Uni-REPM é um modelo universal leve para avaliar a maturidade de um processo de E.R estruturado em duas visões: Área de Processo e Nível de Maturidade. A hierarquia do modelo tem três níveis: MPA (*Main Process Area*), SPA (*Sub-process Area*) e Ações (NGUYEN, 2010). O Uni-REPM possui um instrumento de avaliação no qual o avaliador pode selecionar uma das três opções: “Incompleto” (ação vital realizada parcialmente ou não realizada no processo de E.R), “Completo” (a ação foi concluída no processo de E.R) e “Inaplicável” (a ação não foi necessária ou possível de ser realizada no processo).

O Uni-REPM foi desenvolvido com a ideia de ser simples e também de autoavaliação. Pode ser usado pelos próprios profissionais atuando como avaliadores - fazendo pequenas melhorias com base nas lições aprendidas recentemente (SVAHNBERG et al., 2018; NGUYEN et al., 2012; NGUYEN, 2010; GORSCHKE; TEJLE, 2002).

1.8 UNI-REPM

Para avaliar a maturidade dos processos de E.R, o Uni-REPM possui três níveis de maturidade; básico, intermediário e avançado. A avaliação pode ser realizada em todo o processo de E.R ou pode-se obter a maturidade de uma MPA isoladamente (SVAHNBERG et al., 2018; NGUYEN et al., 2012). Cada ação recebe um nível de maturidade específico. Se todas as ações de um determinado nível são realizadas, isto significa que a organização possui um processo de E.R consistente e coerente, no nível em que foi classificada (NGUYEN et al., 2012).

O nível básico é dito como primário. Em outras palavras, espera-se que o processo de requisitos seja definido e repetível. Se preocupa com a relevante participação dos interessados na elicitação dos requisitos, na análise e na utilização

de documentos padrões pré-definidos. Esse nível não contempla a comunicação entre as partes envolvidas (NGUYEN et al., 2012).

No nível intermediário, o processo é um pouco mais rigoroso, devido ao fato de envolver várias perspectivas, tais como: ações voltadas para as estratégias e metas do produto, definição de papéis e responsabilidades para execução de tarefas específicas, gestão de mudanças e priorização de requisitos (SVAHNBERG et al., 2015; NGUYEN et al., 2012).

O nível avançado indica um processo com maior grau de maturidade, objetivando uma elicitação de requisitos mais avançada e com alta qualidade. Deve manter a comunicação e compreensão das partes interessadas de forma a avaliar, pro-ativamente, as tomadas de decisões no processo. Nesse nível, também são considerados os trabalhos futuros, ou seja, a evolução dos documentos (NGUYEN et al., 2012; SVAHNBERG et al., 2018).

Além do propósito da avaliação da maturidade do processos de requisitos, espera-se que o Uni-REPM atue como uma diretriz, concedendo às organizações um caminho de melhoria para a obtenção de um processo de E.R de qualidade, envolvendo práticas básicas até um nível avançado (SVAHNBERG et al., 2018; VILELA et al., 2018; NGUYEN et al., 2012).

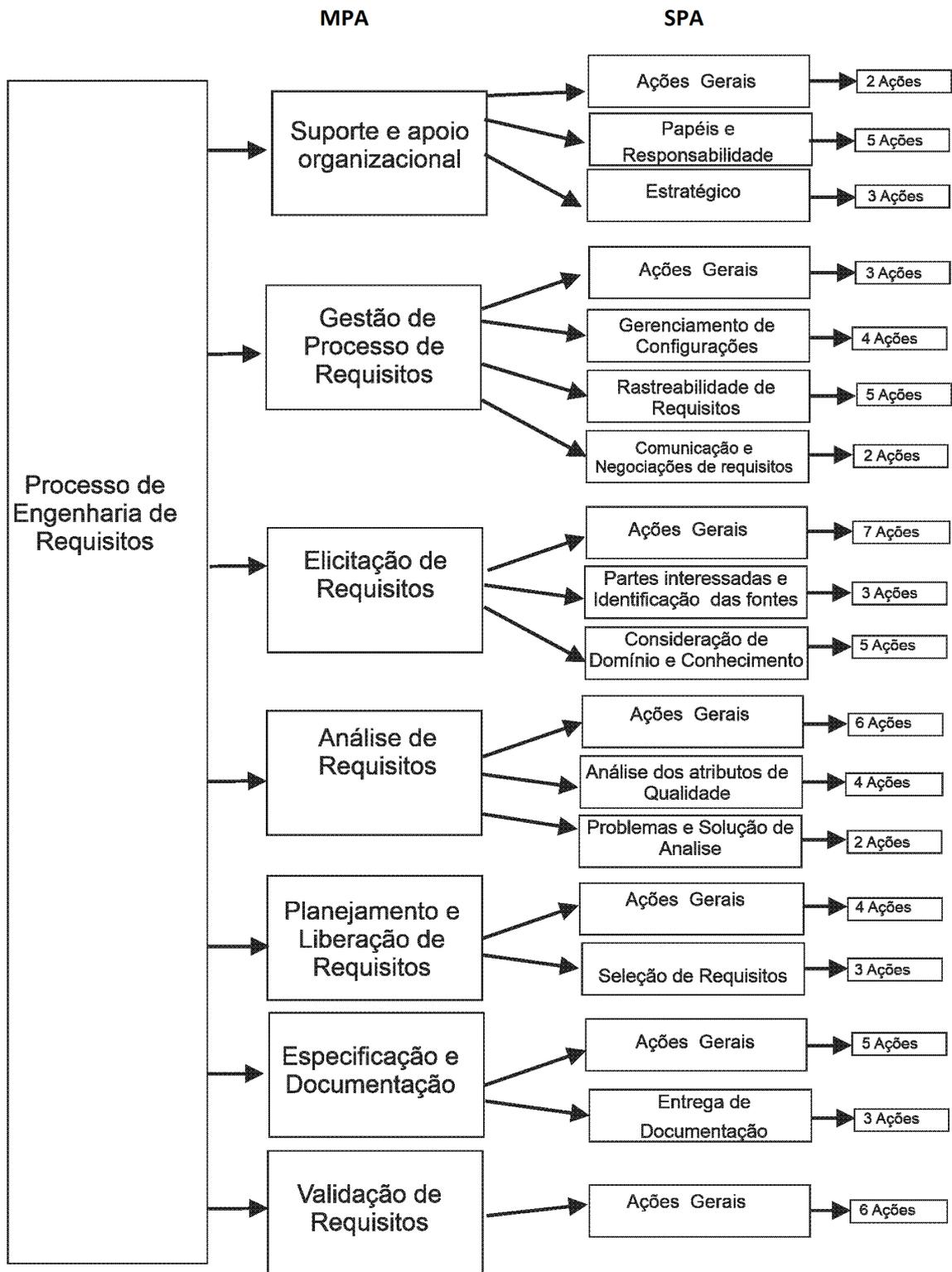
Com o objetivo de encontrar benefícios para os negócios, Gorschek e Tejle (2002) preconizam o uso de avaliação e melhorias no processo de E.R. Os modelos, padrões e normas de referências que possuem atividades relacionadas à E.R podem contribuir na melhoria dos processos com a realização de práticas e no desenvolvimento do projeto (SVAHNBERG et al., 2015).

A avaliação é basicamente uma ação para mapear as atividades ideais para o trabalho real. As atividades estão divididas em sete áreas denominadas *Main Process Area* MPAs. Cada MPA, por sua vez, é dividida em subáreas de processos denominadas *Sub-process Area* SPA e, por conseguinte, cada SPA contém suas respectivas ações onde é evidenciada uma determinada atividade que deve ser realizada ou que um determinado item deve estar presente. Esta divisão permite que as organizações encontrem mais facilmente as práticas tornando o modelo simples e

de fácil compreensão (GORSCHEK; TEJLE, 2002; SVAHNBERG et al., 2018; VILELA et al., 2018).

As MPAs correspondem às principais áreas de processos da E.R, sendo elas: Suporte organizacional, Processo de Gerenciamento de Requisitos, Elicitação, Análise de Requisitos, Planejamento de Liberação, Documentação e Especificação de Requisitos e Validação de Requisitos, como pode ser observada na Figura 1.

Figura 1: Modelo Processo de avaliação Uni-REPM



Adaptada de (GORSCHK; TEJLE, 2002)

Contudo, alguns autores (SVAHNBERG et al., 2015; ZANONI et al., 2014; GORSCHKE; TEJLE, 2002; ARRUZAZABALA et al., 2012; GOMES; PETTERSSON, 2007) enfatizam que as organizações não devem se preocupar em qual nível se enquadram, mas sim em analisar e identificar as ações que não são realizadas no nível adequado de maturidade, e usá-las para instigar ações de melhoria de processos. Vale lembrar que, para se atingir o nível de maturidade de uma MPA, todas as ações dessa devem ser avaliadas como completas ou inaplicáveis (GORSCHKE; TEJLE, 2002).

1.9 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS

Ao realizar a aplicação do processo de avaliação Uni-REPM em uma determinada organização, será obtido o nível de maturidade de suas tarefas e ações, bem como os pontos fortes e fracos de cada atividade e ação. Porém, ainda não há garantia de que os requisitos descritos nos artefatos estejam declarados de forma consistente, completa e correta. Sendo assim, é essencial possuir um processo para a verificação e validação dos requisitos, uma vez que, durante o processo de desenvolvimento do software é comum existir dúvidas relacionadas aos requisitos (SARMIENTO et al., 2015; ZOWGHI; GERVASI, 2015).

A verificação e validação dos requisitos possuem como características: estabelecer a confiança de que o software em construção esteja adequado à real necessidade e atender a solicitação do cliente (SOMMERVILLE, 2011; FERRARI et al., 2017; GÉNOVA et al., 2013). No entanto, o processo de verificar e validar não é um processo simples, principalmente porque um software deve suportar vários usuários com diferentes perspectivas e necessidades que podem ser contraditórias (FERRARI et al., 2017; GÉNOVA et al., 2013).

A validação tem por objetivo assegurar que o software atenda as necessidades do cliente, ou seja, é a confirmação de que este cumpra suas especificações (SOMMERVILLE, 2011), enquanto que a verificação é uma atividade a qual envolve a análise de um sistema para certificar se este atende aos requisitos funcionais e não funcionais do mesmo (SOMMERVILLE, 2011; GUSEV, 2010;

GÉNOVA et al., 2013; SARMIENTO et al., 2015; SAITO et al., 2013; PALOMARES et al., 2014).

Na literatura, diferentes autores recomendam técnicas de verificação e validação de requisitos. Nesse sentido, os autores (CHEN et al., 2014; PALOMARES et al., 2014; FOCKEL; HOLTMANN, 2015) fizeram uso das técnicas baseadas em padrões para a verificação e validação dos seus requisitos (CHEN et al., 2014; PALOMARES et al., 2014; FOCKEL; HOLTMANN, 2015).

Já (SAITO et al., 2013; MURIANA et al., 2012; ZOWGHI; GERVASI, 2003) utilizaram técnicas baseadas em leitura e análise de checklist, ou seja, uma lista de verificação, que consiste na utilização de um formulário com de questões que deverão ser respondidas pelos usuários e validada por um inspetor ou avaliador. Não existe um padrão ou modelo a ser seguido na confecção do checklist, o que torna a inspeção mais flexível. A inspeção é aplicável a praticamente todos os tipos de artefatos, sendo possível a utilização de diferentes técnicas de leitura.

Para (PHILLIPS et al., 2012), a validação dos requisitos pode ser realizada por meio da leitura baseada em perspectiva (PBR), sendo uma técnica a qual objetiva auxiliar os inspetores ou avaliadores a certificar-se de qual informação deverá ser checada no requisito e como identificar erros nos artefatos de requisitos. Através do uso de perspectivas, todo e qualquer aspecto do documento deverá ser checado com uma importância individual e específica.

Os autores (SUTCLIFFE; SAWYER, 2013) utilizaram a técnica de cenário para validar seus requisitos, essa técnica consiste em construir um modelo de documento a ser revisado para aumentar o entendimento e responder questões sobre o modelo, focado na resolução de problemas de interesse da organização. Os cenários proporcionam uma futura visão do sistema, apresentam sequências de comportamento e descrição de contexto.

Portanto, a verificação e validação dos requisitos são necessárias, uma vez que resultarão em requisitos e domínios mais formais e com maior nível de detalhamento nas descrições (ZOWGHI; GERVASI, 2003; GÉNOVA et al., 2013; GAO et al., 2011; FOCKEL; HOLTMANN, 2015; FERRARI et al., 2017; CHEN et al., 2014;

VOLBERDA et al., 2018; HAYES et al., 2015; HADDAD et al., 2016; NGUYEN, 2010; MURIANA et al., 2012; PALOMARES et al., 2014; SVAHNBERG et al., 2018).

1.10 TÉCNICA 3'C

Na fase inicial de um projeto, os requisitos são vagos e ganham formalidade quando da evolução do projeto. Sendo assim, é preciso realizar a verificação e validação dos requisitos que por conseguinte resultarão em requisitos mais formais e com maior nível de detalhamento em suas descrições. Nesse sentido, a técnica 3'C tem por objetivo validar a consistência, completude e corretude dos requisitos e sua principal vantagem está na capacidade de identificar de forma imediata as mudanças nos requisitos e nos domínios, alcançando maior precisão, verificação e validação dos requisitos (ZOWGHI; GERVASI, 2015; SARMIENTO et al., 2015; PALOMARES et al., 2014).

A verificação e validação oferecidas na técnica 3'C são mais eficientes quando executadas de forma contínua, ou seja, a cada edição ou incremento no requisito ou no domínio desencadeará uma verificação em suas três propriedades (ZOWGHI; GERVASI, 2015; SARMIENTO et al., 2015). Assim que as informações relacionadas aos requisitos são identificadas e necessitam de ser implementadas, deve haver uma verificação, com o objetivo de analisar se os requisitos estão em conformidade com o domínio e se o domínio reflete o requisito (PALOMARES et al., 2014).

Para realizar a análise da consistência, a técnica 3'C parte da hipótese de um avanço na evolução do requisito (R) e do domínio (D), para as versões subsequentes R_{1+1} e D_{1+1} , onde apenas adiciona novas informações sobre o domínio, ou seja, D_{1+1} deriva de D, sendo a mesma regra aplicada para R_{1+1} derivando de R. Caso não haja contradição no conjunto, terá consistência entre os novos requisitos e o domínio. Portanto, será considerado que se a premissa anterior estiver correta, pode-se sugerir que o domínio juntamente com a interface da máquina irá satisfazer o requisito. (AGUIAR et al., 2017; FERRARI et al., 2016; ZOWGHI; GERVASI, 2003).

Informalmente, a consistência parte da premissa de que a máquina irá realizar uma ou várias tarefas, conforme as instruções descritas nas especificações

do requisito, no qual o modelo do domínio descreve exatamente as necessidades e objetivos do cliente (AGUIAR et al., 2017; FERRARI et al., 2016; ZOWGHI; GERVASI, 2003).

A verificação da completude só pode ser verdade se houver verdade na consistência. Sendo assim, os requisitos ($R1+1$) em união com o domínio ($D1+1$) deve ser totalmente verdade e esta deve ser derivada de uma consistência verdadeira. Em resumo, a completude é obtida quando um requisito deriva de uma premissa verdadeira e quando a união do $R1 + 1$ com $D1 + 1$ é consistente (AGUIAR et al., 2017; FERRARI et al., 2016; ZOWGHI; GERVASI, 2003; SARMIENTO et al., 2015).

É possível observar que o método para obtenção da consistência e da completude são similares, porém, para que um requisito seja declarado como completo, primeiramente deve ser consistente (AGUIAR et al., 2017; FERRARI et al., 2016; ZOWGHI; GERVASI, 2003; SARMIENTO et al., 2015). Ao identificar a consistência e a completude dos requisitos obtém-se por indução que o requisito, juntamente com o domínio, está correto (ZOWGHI; GERVASI, 2003; SARMIENTO et al., 2015; FERRARI et al., 2016).

A técnica 3'C também é utilizada como base para orientar os engenheiros de requisitos e as partes interessadas a decidirem quando é necessário parar de solicitar mais requisitos, ou seja, quando é possível afirmar que a especificação está suficientemente correta em relação às necessidades do negócio (ZOWGHI; GERVASI, 2015; SARMIENTO et al., 2015).

Como já mencionado, o modelo de avaliação Uni-REPM não assegura que os requisitos estejam descritos de forma consistente, completa e correta, apenas indica se as ações estão sendo executadas de forma completa ou incompleta.

Porém, ao aplicar a técnica 3'C nas ações das atividades do modelo de avaliação Uni-REPM, será possível identificar se as ações do Uni-REPM declaradas como incompletas possuem vínculo com a técnica 3'C. Em caso afirmativo, essas ações afetarão diretamente a consistência, completude e corretude do requisito declarado na atividade ou no artefato. Para identificar se uma ação possui vínculo direto, indireto ou nenhum vínculo com a técnica 3'C, é imprescindível, possuir o

entendimento de cada ação do modelo de avaliação Uni-REPM.

Nesta pesquisa, uma ação do modelo de avaliação Uni-REPM possui vínculo direto quando afeta diretamente a consistência, completude e corretude do requisito, por exemplo: a ação de criar um glossário de termos do produto está relacionada de forma direta com a técnica 3'C, visto que o glossário do produto tem por objetivo estabelecer uma interpretação unificada entre os diferentes leitores com diferentes origens.

Uma ação possui vínculo indireto quando ao ser analisada de forma individual não possui vínculo com a técnica 3'C, entretanto, ao analisar a mesma ação em conjunto com outra ação que possui vínculo direto, essa passará a ter um vínculo indireto com a técnica. Por exemplo, a ação de definir papéis e responsabilidades para gerenciamento do produto afeta diretamente o conhecimento do software a ser desenvolvido, porém, a definição de papéis e pessoas não possui vínculo com a técnica 3'C. Todavia, os relatos dos envolvidos nessa ação irão compor algumas ações das atividades de: análise, elicitação e validação de requisito. Portanto, essa ação afeta de forma indireta a técnica 3'C.

Para que uma ação não tenha nenhum vínculo com a técnica 3'C, esta não deve afetar de nenhuma forma a consistência, completude e corretude dos requisitos. Por exemplo, a ação de comunicar estratégias na organização, trata de comunicação interna dentro da empresa, ou seja, não possui vínculo com requisitos relacionados com a técnica 3'C.

Após classificar e identificar quais ações do modelo de avaliação Uni-REPM possuem vínculo direto e indireto com a técnica 3'C, será analisado se existe relacionamento da técnica 3'C com as ações declaradas incompletas oriundas do modelo Uni-REPM, e assim, verificar se o uso da técnica 3'C juntamente com o modelo Uni-REPM auxilia na identificação e na construção de requisitos consistentes, completos e corretos. Consequentemente, espera-se colaborar com a diminuição o volume de retrabalho.

1.11 REQUISITOS E A UNIDADE DE INFORMAÇÃO

Segundo a literatura, o ciclo de desenvolvimento de software inicia-se pelo processo de requisitos. Nesta fase, são identificados e definidos os requisitos que o software em construção deverá atender. O ciclo de desenvolvimento de um software é composto pelas fases de elicitação, modelagem, análise, codificação e testes (SOMMERVILLE, 2011; SAITO et al., 2013; SAWYER et al., 2017; ZOWGHI; GERVASI, 2015; GAO et al., 2011; GÉNOVA et al., 2013; NGUYEN, 2010).

Durante a fase de elicitação, ocorrem diálogos entre o cliente e o analista de requisitos, estes diálogos acontecem com o uso de expressões em linguagem natural. O cliente articula unidades de informações e o significado é atribuído pelo analista de requisitos a tais articulações. Em alguns casos, a(s) unidade(s) de informação(ões) diferem do desejado pelo cliente, ou ainda, o analista não consegue atribuir um significado à(s) unidade(s) de informação(ões) expressa pelo cliente (FERRARI et al., 2017; AGUIAR et al., 2017).

O termo unidade de informação (U.I) refere-se a dois tipos de informação que o cliente pode desejar articular ao longo dos diálogos: 1) os requisitos de sistema e 2) os aspectos relacionados ao domínio. Sendo assim, a articulação de uma unidade de informação é o fragmento de discurso em que o cliente expressa um requisito de sistema ou algo relacionado ao domínio (FERRARI et al., 2017; AGUIAR et al., 2017).

Ao receber a U.I do cliente, o analista de requisito processa essa unidade em três importantes fases dentro de uma estrutura mental, sendo estas interpretação, aceitação e acessibilidade (AGUIAR et al., 2017). Na fase de interpretação, é atribuído pelo analista de requisitos os significados possíveis para cada U.I recebida. Já na fase de aceitação, o analista seleciona as interpretações recebidas na sua estrutura mental, podendo ou não ocorrer aceitação destas. Por último, é analisado e verificado o processo de acessibilidade, onde os resultados produzidos pelo analista de requisitos são consistentes com as informações solicitadas pelo cliente (FERRARI et al., 2017; AGUIAR et al., 2017). Estas fases podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2: Modelo de Processo de acesso de uma unidade de informação



Adaptada de (AGUIAR et al., 2016)

Ao concluir a leitura do modelo, pode-se observar que o cliente transmite uma U.I, que representa qualquer informação relativa aos requisitos do sistema ou conhecimento do domínio. Essa U.I deverá ser interpretável, aceitável e acessível pelo analista de requisitos, para que a comunicação ocorra de forma consistente, completa e correta (AGUIAR et al., 2017).

Contudo, na prática, os requisitos dificilmente são definidos ou criados de uma única vez. Em via de regra, o processo de identificação dos requisitos ocorre de forma evolutiva e incremental (ZOWGHI; GERVASI, 2015; CORDES; CARVER, 1989; FERRARI et al., 2017). O domínio também evolui da mesma forma, ou seja, a cada incremento no requisito poderá haver um incremento no domínio e vice e versa, o que por sua vez, possibilita uma maior compreensão para os analistas, bem como a validação destes pelos clientes.

A evolução dos requisitos é uma atividade chave para a manutenção dos objetivos de qualquer projeto de software. Há vários anos é uma atividade reconhecida por pesquisadores e profissionais (GAO et al., 2011; ZOWGHI; GERVASI, 2003; CORDES; CARVER, 1989; SARMIENTO et al., 2015; FERRARI et al., 2017; WU et al., 2018). O requisito de evolução é o ponto de partida para a evolução do software (GAO et al., 2011; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2015). O propósito da evolução é fazer com que o sistema se ajuste ao ambiente e às constantes necessidades dos usuários.

Dentro das linhas de produto de software, essa evolução é ainda mais crítica, devido à necessidade de lidar com requisitos comuns, variáveis e específicos, não apenas para um único produto, mas para todo o conjunto de produtos (WU et al.,

2012). Os produtos que compõem uma linha, são desenvolvidos a partir de um conjunto comum de ativos essenciais, compartilham um conjunto de características comuns e gerenciadas, que satisfazem as necessidades de um segmento particular de mercado (WU et al., 2018), visando obter benefícios como reutilização de requisitos, redução do tempo de comercialização, melhor qualidade, custos minimizados, produtividade em larga escala, presença no mercado, e permitir a customização em massa (GAO et al., 2011).

2 MÉTODO

Neste capítulo será descrita a metodologia a ser desenvolvida durante o trabalho de pesquisa proposto. Na Seção 3.1, é apresentado o método pesquisa-ação.

A pesquisa-ação objetiva fornecer aos pesquisadores e participantes elementos ímpares para a compreensão das situações estudadas, de tal maneira que, lançando mão dos dados discutidos, espera-se que os indivíduos sejam capazes de argumentar e dar respostas válidas aos problemas decorrentes das situações vividas na coletividade (ENGEL, 2000).

Nessa mesma vertente (DOMINGO, 1994) acrescenta que "a pesquisa-ação não é o estudo do que os outros fazem, mas o de nossas próprias práticas". Fazendo uso desse conceito, pode-se entender que a pesquisa-ação seria um processo de aprendizado de forma coletiva, onde um determinado grupo e em uma determinada situação, não havendo dicotomia entre os sujeitos e o objeto de estudo, tratando-se, portanto, de uma espécie de imersão na realidade com perspectivas de alteração em um todo ou somente alguns aspectos.

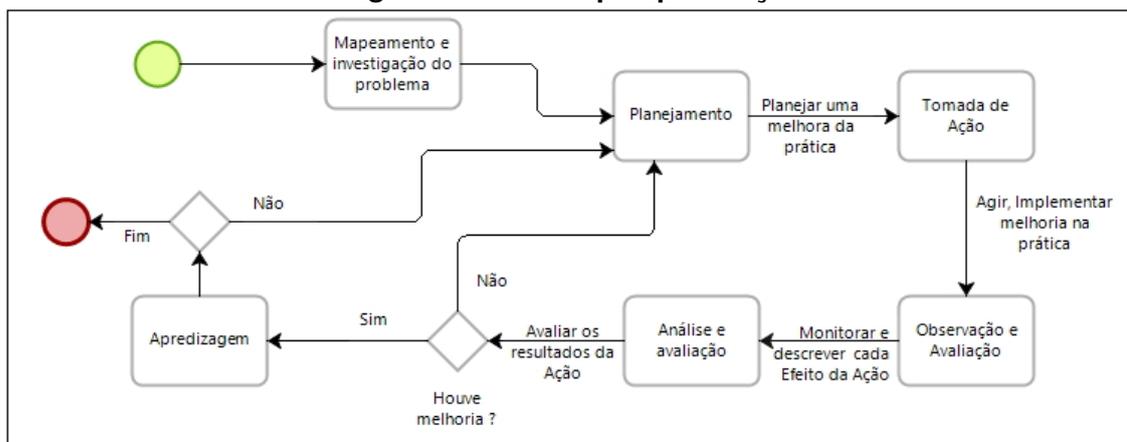
A pesquisa-ação exige ação tanto de maneira prática quanto de pesquisa, de modo que, independentemente da proporção, terão características da prática rotineira e da pesquisa científica. Desta forma, seus resultados podem servir de referência para outros casos ou outras situações similares (TRIPP, 2005).

A pesquisa-ação se diferencia dos demais métodos qualitativos por oferecer bases e procedimentos para o pesquisador realizar intervenções em um ambiente real e encontrar soluções práticas relevante a uma demanda das empresas e indústrias. O alto grau de envolvimento do pesquisador, tanto por intervir quanto por colaborar com os participantes, possibilita que ele obtenha mais informações sobre o ambiente

e as utilize na sua pesquisa. Já a característica iterativa do método possibilita que o pesquisador reveja criticamente as ações já realizadas e redirecione o rumo da pesquisa conforme os resultados obtidos (TRIPP, 2005; THIOLENT, 1997; LEWIN, 1965).

Como pode ser observado na Figura 3, a pesquisa-ação possui como característica o processo empírico que compreende a identificação e a conceituação de um problema, além do planejamento do programa de ação a partir da análise e significação dos dados levantados pelos principais envolvidos. Por seqüência é realizado uma atividade de ação, intervindo na prática no sentido de provocar a transformação. Feito isso, conceitua-se as novas evidências decorrentes das ações executadas, avalia-se o quadro e então o ciclo se repete (TRIPP, 2005; THIOLENT, 1997; LEWIN, 1965).

Figura 3: Ciclo da pesquisa-Ação



Adaptada de (VELTHUIS, 2014)

Cada etapa da pesquisa-ação é representada por um período de tempo em que as diversas ações são planejadas e executadas, obedecendo a uma dinâmica antecipadamente selecionada. As etapas são:

1. Investigação do problema: momento de identificar o problema, o ato em que o pesquisador considera que algo que o intriga pode ser aperfeiçoado ou alterado. É o reconhecimento da necessidade pela busca da inovação e aperfeiçoamento de algo;

2. Planejamento: etapa na qual são definidas as ações para o problema ou uma necessidade é identificada. As definições são guiadas por hipóteses, as quais representam as suposições formuladas pelo pesquisador a respeito de possíveis soluções e resultados. As hipóteses devem ser acompanhadas de uma base teórica científica;
3. Tomada da ação: corresponde à implantação das ações planejadas. Um elemento central nessa etapa, segundo (MONTEIRO et al., 2000; THIOLENT, 1997), é a técnica do seminário utilizada para examinar, discutir e tomar decisões acerca do processo de investigação;
4. Observação e avaliação: durante essa etapa são realizadas as análises dos efeitos das ações frente ao apoio teórico utilizado como ponto de partida para a definição das ações;
5. Aprendizagem: envolve a circulação de informação entre os participantes e outros setores da organização. A aprendizagem é facilitada pela colaboração temporária com especialistas em assuntos técnicos.

Esse ciclo deverá ser executado de forma iterativa. Deve-se repetir até que as melhorias obtidas em cada ciclo se tornem estáveis e a solução seja alcançada na versão final. A cada iteração analisada, este ciclo deve se repetir com a intenção de manter o mesmo protocolo e propósito para o caso (THIOLENT, 1997; LEWIN, 1965; TRIPP, 2005; ENGEL, 2000).

Considerando que o objetivo desta pesquisa é prático e haverá interferência da autora no processo, optou-se por adotar a pesquisa-ação para este trabalho.

Para a escolha do método de pesquisa-ação desta pesquisa foram consideradas as seguintes questões: 1) objetivo da pesquisa, 2) envolvimento da pesquisadora no ambiente onde a pesquisa será realizada e, por fim, 3) a identificação de um problema neste ambiente específico.

A pesquisa-ação é um método de pesquisa qualitativo, que se faz adequado para os objetivos desta pesquisa cujo propósito se concentra na busca da obtenção de requisitos com qualidade, por meio de um processo de avaliação da consistência,

completude e corretude dos requisitos registrados nos artefatos de requisitos. Por consequência, espera-se obter a redução de erros, falhas ou defeitos existentes no processo de desenvolvimento de software, os quais muitas vezes são detectados somente no ambiente do cliente.

A pesquisa-ação é um método que fornece bases para que o pesquisador faça parte do ambiente onde a pesquisa ocorre. A oportunidade para o desenvolvimento deste estudo surgiu a partir da análise conjunta, entre a autora e os colaboradores da empresa ABC, objeto desta pesquisa, e de um problema clássico que consiste no alto índice de horas de retrabalho.

Devido ao alto volume de retrabalho, algumas solicitações dos clientes da empresa ABC não foram entregues no prazo prometido. Outras solicitações foram entregues aos clientes de forma incorreta e incompleta, o que ocasiona grande insatisfação nos mesmos. É possível, em alguns casos, impossibilitar até mesmo a execução de suas atividades. Tais acontecimentos acontecem ao mesmo tempo que a empresa lida com o grande volume de retrabalho, cronogramas acima do estimado e, por vezes, a desmotivação por parte de seus colaboradores.

Assim, o problema, objeto deste estudo, almeja encontrar uma técnica ou método de verificação e validação para identificar e mensurar a consistência, a completude e a corretude de requisitos, a partir de um estudo sistemático no ambiente operacional e de uma revisão da literatura.

Na presente pesquisa, a pesquisa-ação será executada em oito etapas, sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1: Fases do método pesquisa-ação

Fase	Objetivo da fase	Medidas/métodos utilizados
1- Conhecer a empresa	Conhecer a rotina dos colaboradores, os processos, a forma e como são registradas as solicitações dos clientes e os artefatos de requisitos da empresa	Reuniões, entrevistas, questionários
2- Mapear Processos	Analisar os processos internos, atividades, artefatos e ações realizadas na empresa	Uso da notação BPMN, leitura e análise dos artefatos
3- Validar processos	Análise e validação dos processos com os colaboradores da empresa	Apresentação das modelagens dos processos para os colaboradores e aplicação de questionários nas formas abertas e fechadas, sendo aplicados de forma individual e em grupo
4- Relacionar os processos com artefatos e atividades identificadas no mapeamento dos processos	Compreender como, onde e de que forma são realizados os registros das atividades.	Leitura, análise dos artefatos, atividades e modelagem dos processos
5- Conhecer e avaliar a maturidade dos processo	Aprofundar o conhecimento dos processos, identificar o que é realista e efetivo dentro da empresa e conhecer o nível de maturidade dos processos	Aplicação do modelo de avaliação de processo Uni-REPM
6- Processo para a verificação e validação dos requisitos	Determinar se os requisitos registrados nos artefatos estão consistentes, completos e corretos	Uso da técnica 3°C
7- Analisar se existe relacionamento da técnica 3°C com as ações incompletas oriundas do processo de avaliação Uni-REPM	Verificar se a técnica 3°C juntamente com o processo de avaliação Uni-REPM auxilia na identificação e construção de requisitos consistentes, completos e corretos e consequentemente colaborar com a diminuição do volume de retrabalho	Análise das planilhas e dados dos resultados da aplicação da técnica 3°C com o processo de avaliação Uni-REPM
8- Analisar e propor melhorias no processo das ações incompletas.	Avaliar a consistência, a completude e a corretude nos artefatos de requisitos elaborados, após as alterações propostas, e o esforço de retrabalho decorrentes desses novos artefatos.	Alteração nos artefatos, processo, uso de planilhas para medição de retrabalho

2.1 COLETA DE INFORMAÇÕES

Serão utilizadas diferentes fontes de dados para observar a influência das funcionalidades e os serviços investigados a cada ciclo da pesquisa-ação. Deve-se observar que, dentre os participantes está a própria autora, que também irá participar e relatar suas observações e vivência.

Entre os dados a serem considerados, estão os registros das solicitações dos clientes anotados em um software denominado (*Open Source Ticket Request*) OTRS. Ao gravar um atendimento no OTRS, é gerado um protocolo com número de *ticket* (denominação dada para cada registro gravado no software OTRS).

Na empresa ABC, no momento em que ocorre o contato com o cliente, o técnico de suporte realiza as primeiras anotações da solicitação do cliente neste software. Estas anotações são transcrições do diálogo com o cliente, ou seja, a anotação ocorre em linguagem natural.

Também serão analisados os registros das ordens de serviços (O.S). Uma O.S é uma solicitação feita por um ou mais clientes que teve como origem um ou vários *tickets*. Após o gerente de suporte classificar o *ticket* como falha ou nova solicitação, é confeccionada a O.S. para ser enviada e analisada pelo gerente de projeto, e essa O.S deve conter a(s) solicitação (ões) do(s) cliente(s) descrita(s) de forma detalhada. O registro da O.S ocorre no software denominado *netOffice Dwins* (ambiente gratuito de rastreamento de tempo, quadro de horários, gerenciamento de conteúdo, rastreamento de problemas e gerenciamento de projetos baseado na Web). O *Dwins* é um formulário com representação heterogênea composta de vários campos. Cada campo pode conter vários itens e/ou *tags* com semântica de independência para estruturar explicitamente o texto.

Também serão analisados os artefatos de domínio, as regras de negócio do atual software da empresa ABC, realizações de reuniões e entrevistas de forma aberta, com objetivo de conhecer a rotina dos colaboradores e os processos.

Visando a conhecer aos processos internos da empresa em estudo, foi realizada a modelagem dos processos, visto que a modelagem concede uma

visualização e compreensão dos processos, atividades, artefatos e ações da organização (BITENCOURT et al., 2016; SOUSA et al., 2016).

Dentre as ferramentas de modelagem de processo, será utilizada a notação BPMN por se tratar de um conjunto formado por métodos e tecnologias cujo objetivo é possibilitar que processos de negócio se integrem de forma lógica e cronológica com clientes, parceiros, influenciadores e funcionários que queiram e necessitam interagir (MONSALVE et al., 2012; OMG et al., 2011). A BPMN é um padrão mantido pelo *Object Management Group* (OMG) para a modelagem de processos de negócio. Seu principal objetivo é atuar como uma ponte padronizada para eliminar a lacuna existente entre o projeto e o domínio dos processos de negócio (cliente) com a implementação a ser desenvolvida (engenheiros de requisitos) (NOGUEIRA, 2017; BITENCOURT et al., 2016; VIEIRA et al., 2012).

Além disso, a BPMN provê uma compreensão comum para os usuários envolvidos nas diferentes fases do ciclo de vida de um processo de negócio: projeto, implementação, gerenciamento, monitoração e análise. A especificação da BPMN agrega as melhores práticas da comunidade de modelagem de processos de negócio e os melhores conceitos existentes em outras notações (NOGUEIRA, 2017; BALDAUF et al., 2013; SOUSA et al., 2016). Portanto, se justifica a escolha da notação BPMN para modelagem dos processos neste estudo.

A fim de validar a modelagem dos processos a autora realizou apresentações, de forma presencial, nas dependências da empresa ABC, das modelagens dos processos, de forma individual e em grupo, sendo que cada participante validou suas atividades e processos dentro da modelagem. As apresentações, tanto em grupo como individual, devem ser exatamente iguais para os colaboradores. O motivo das apresentações ocorrer de forma individual e em grupo, objetivou confrontar as respostas, de forma a validar se havia divergência de informações. Estas apresentações ocorreram de forma informal, por meio de reuniões com os colaboradores de cada departamento.

Caso houvesse divergência de informações, a autora analisaria e verificaria se há necessidades de alterações na modelagem e de se repetir a nova apresentação, até que não houvesse divergências nas informações. Só assim validaria que a

modelagem de processo estaria correta.

Ao concluir o mapeamento dos processos da empresa ABC, foi realizada uma análise para identificar e relacionar cada atividade encontrada na modelagem dos processos com seus respectivos artefatos e assim compreender como, onde e de que forma são realizados os registros dessas atividades.

Após obter a validação na modelagem dos processos, é de suma importância avaliar a maturidade dos processos. Através da avaliação da maturidade, será possível identificar o que é realista e efetivo dentro da empresa ABC, e assim iniciar alterações e implementações de melhorias, caso seja necessário (SVAHNBERG et al., 2018).

O objetivo de conhecer e avaliar a maturidade dos processos está em obter um profundo conhecimento sobre os mesmos (SVAHNBERG et al., 2018; ZANONI et al., 2014; SOLEMON et al., 2012). Para a avaliação da maturidade dos processos, foi utilizado o modelo de avaliação Uni-REPM cujo objetivo é ser aplicável para avaliar a maturidade dos processos de E.R, em todos os cenários de uma empresa, sendo utilizado nas mais diferentes abordagens de desenvolvimento (NGUYEN et al., 2012). Com a utilização do Uni-REPM, espera-se avaliar e conhecer o nível de maturidade dos processos de E.R.

Como já mencionado, o modelo de avaliação Uni-REPM não garante que os requisitos estejam descritos de forma clara, consistente, completa e correta, apenas que as ações estão sendo executadas de forma completa ou incompleta. Sendo assim, após obter esse conhecimento, é sugerido a utilização da técnica 3'C para determinar se os requisitos de cada ação estão descritos de forma consistente, completa e correta.

2.2 APLICAÇÃO DO UNI-REMP: CONHECENDO OS PROCESSOS

Como a autora trabalha na empresa ABC e conhece as rotinas internas, foi possível observar que, diariamente, a empresa recebe solicitações dos mais diversos tipos por meio de ligações telefônicas, e-mails e conversas durante o processo de implantação do sistema ou em treinamentos. Estas solicitações são descritas no *ticket*.

Ao receber uma solicitação que esta seja uma dúvida, o técnico de suporte abre uma solicitação de atendimento no software OTRS onde é criado o *ticket*. O técnico faz uma coleta de dados e informações junto ao cliente. Ao término, o OTRS permite o envio de um e-mail com esclarecimentos, encerrando sequencialmente o *ticket*.

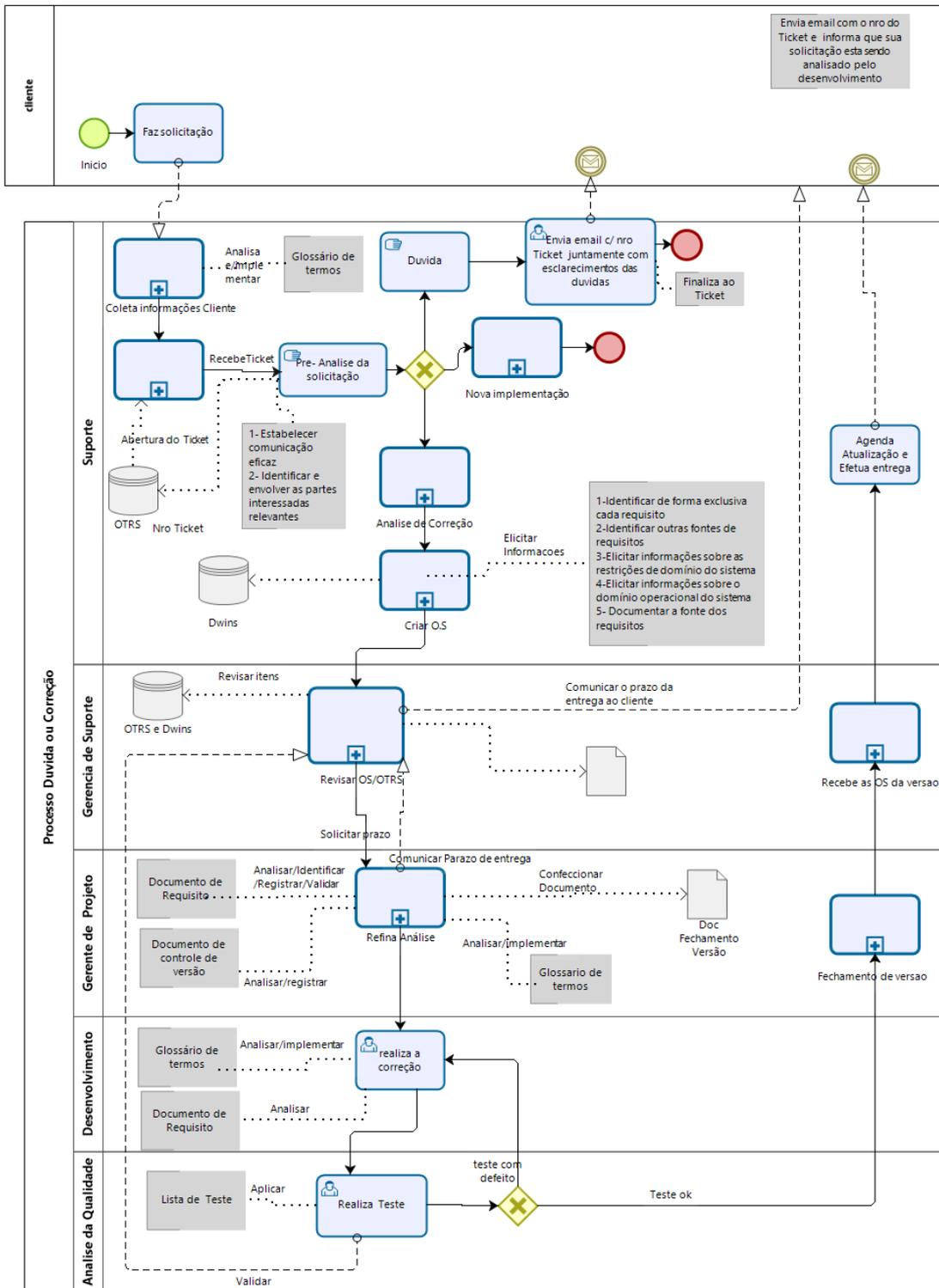
Porém, caso a solicitação seja classificada como correção, cria-se uma O.S a qual será encaminhada para o gerente de suporte junto ao *ticket*, o qual passará por uma revisão e, caso ainda se mantenha o status de correção, a solicitação é encaminhada para o gerente de projeto solicitando prazo para a correção.

Ao receber a O.S, o gerente de projeto refina a análise que consiste em:

1. Revisar o documento de análise (artefato de domínio);
2. Revisar a O.S e o *ticket*;
3. Inserir informação do artefato de controle de versão.

Na sequência, esta O.S é encaminhada para o departamento de análise e desenvolvimento para efetuar a correção e, ao término da correção, a O.S é enviada para a análise de teste. Caso o teste seja concluído com sucesso, a O.S é encaminhada para o gerente de projeto que incluirá esta no fechamento da versão. Por fim, o departamento de suporte entrará em contato com o cliente e dará um feedback ao mesmo. Na Figura 4, é possível observar essas etapas.

Figura 4: Processo de Dúvida ou Correção



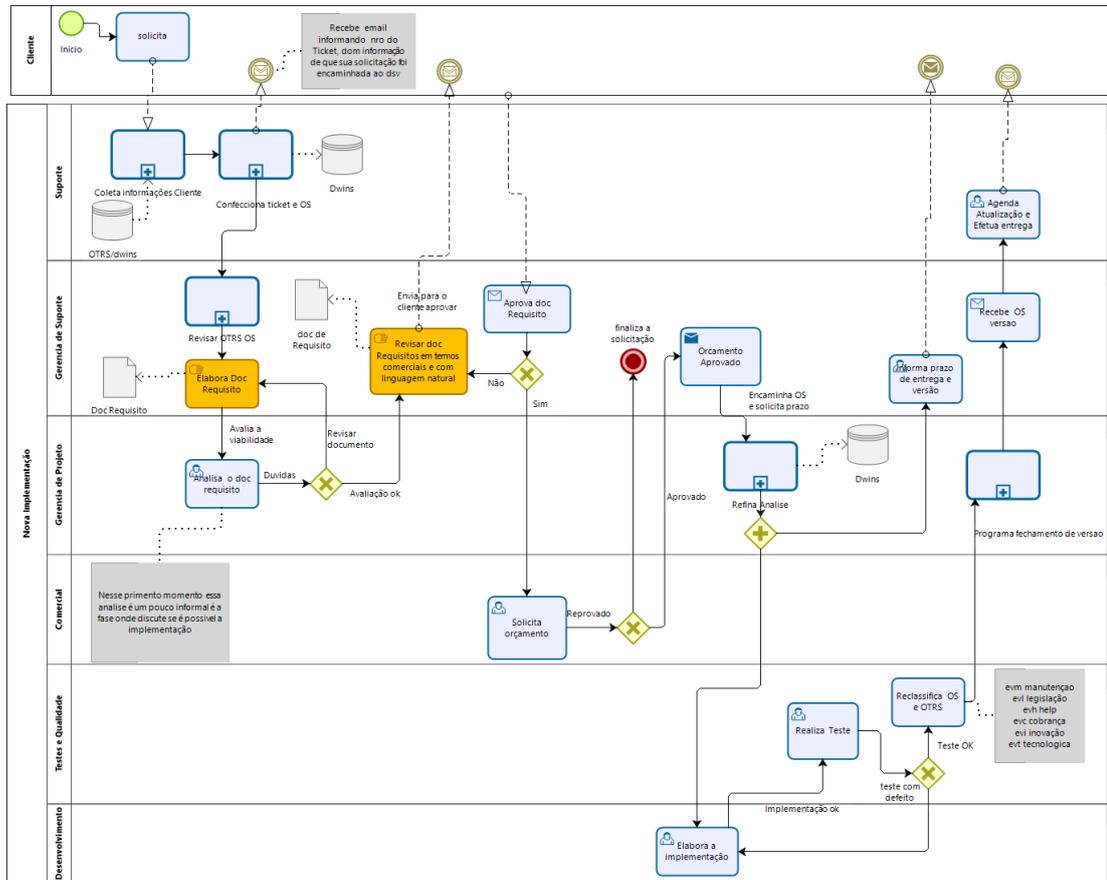
Caso a solicitação do cliente seja uma nova implementação, o gerente de

suporte revisa o *ticket* e a O.S. Se tiver dúvidas, o suporte realiza uma coleta de informações. As coletas de informações são compostas de imagens, cópia de banco de dados e um resumo da conversa com o cliente. O gerente de suporte confecciona o artefato de requisito e encaminha o mesmo junto com o *ticket* e a O.S para o gerente de projetos, quem deve efetuar a análise técnica.

Ao receber o *ticket* e a O.S, a gerente de projeto realiza uma nova análise e um refinamento, calculando o tamanho e complexidade para determinar em qual projeto será realizada a solicitação do cliente. Caso tenha dúvidas, elas serão alinhadas com o gerente de suporte, quem deverá encaminhar a solicitação para o departamento comercial. Este por sua vez, deve aprovar o orçamento com o cliente.

Se o orçamento for aprovado, o gerente de projeto deve, novamente, refinar a análise e encaminhar para o desenvolvedor. Assim que terminar, ele a encaminhará para o analista de qualidade sendo que, se não houver erros e a solicitação estiver documentada na O.S, a mesma voltará para o gerente de projeto para que ele feche a versão e informe ao gerente de suporte. O gerente de suporte irá atualizar o cliente. Este fluxo é possível ser observado na Figura 5.

Figura 5: Nova implementação



Após concluir o mapeamento dos processos, conhecer as tarefas, ações e os artefatos da empresa ABC, foi aplicado o processo Uni-REPM. Para a aplicação do processo, foi necessária a confecção de uma planilha com todas as MPA, SPA e suas respectivas ações como descrito e recomendado no modelo.

Na referida planilha, foi realizada a seguinte análise: para cada ação, de cada MPA, foram identificados os artefatos correspondentes e existentes. Caso não exista artefato para alguma ação ou esta esteja preenchida de forma parcial, foi classificado como incompleto. Para ser classificado como completo, o artefato deve estar preenchido na sua totalidade de forma clara e compressível de leitura, ao ponto que, o avaliador, ao aplicar as questões do modelo Uni-REPM, consiga identificar as respostas.

As ações do modelo Uni-REPM são classificadas em três níveis: o nível básico

é tido como primário, ou seja, nesse nível é esperado que os processos de requisitos estejam definidos e repetíveis, preocupando-se com a relevante participação dos interessados na elicitação dos requisitos, na análise e na utilização de documentos padrões pré-definidos (NGUYEN et al., 2012). Já o nível intermediário corresponde à gerência de requisitos e o nível avançado está relacionado à rastreabilidade dos requisitos (GORSCHEK; TEJLE, 2002; NGUYEN et al., 2012).

2.3 USANDO O MODELO UNI-REPM NA EMPRESA EM ESTUDO

A empresa ABC possui a cultura de registrar as solicitações e atendimentos dos clientes, também possui alguns artefatos de análise de requisitos e, após a aplicação do processo de avaliação proposta no processo Uni-REPM, foi constatado que muitas ações não são realizadas ou são realizadas de forma incompleta.

A MPA apoio organizacional é composta por três SPA e dez ações. Deste total, uma ação foi avaliada como inaplicável (IA), sendo a ação de treinar os colaboradores nos processos de desenvolvimento e gerenciamento de requisitos.

Do total das ações, apenas uma foi classificada como incompleta, a ação de definir e possuir roteiro dos produtos. Na Tabela 2, é possível visualizar a quantidade de ações por nível. O nível dito como 1 é representado como básico, nível 2, sendo como o intermediário e o nível 3, o avançado. Nas tabelas a seguir, no topo da grid a letra C deve corresponde a palavra completa, as letras IC como incompleta e as letras IA deve ser lida como inaplicável.

Tabela 2: Suporte Organizacional

Código Uni-REPM	Suporte Organizacional	C/I	Nível
OS.GA	Ações Gerais		
OS.GA.a1	Criar um glossário de termos de produtos	C	1
OS.GA.a2	Treinar os colaboradores nos processos de gerenciamento e desenvolvimento de requisitos	IA	2
OS.RR	Papéis e responsabilidade		
OS.RR.a1	Atribuir proprietário (s) para o processos de gerenciamento e desenvolvimento de requisitos	C	1
OS.RR.a2	Definir funções e responsabilidades para os processos de gerenciamento e desenvolvimento de requisitos e	C	2
OS.RR.a3	Definir funções e responsabilidades para o planejamento de release	C	2
OS.RR.a4	Definir funções e responsabilidades para o controle de alterações	C	2
OS.RR.a5	Definir funções e responsabilidades para o gerenciamento de produtos	C	3
OS.S	Estratégias		
OS.S.a1	Definir estratégias de produto	C	2
OS.S.a2	Definir roteiros de produtos	IC	2
OS.S.a3	Comunicar estratégias na organização	C	3

A MPA gerência de processo de requisito é composta por quatro SPA e quatorze ações. Deste total de ações, sete foram classificadas como incompletas, sendo duas do nível básico, quatro do nível intermediário e uma do nível avançado, como pode ser observado na Tabela 3.

Nesta MPA, apenas a SPA ações gerais possui nível de maturidade básico as demais SPA sequer atingiram o nível básico na empresa.

Tabela 3: Gerenciamento de Processos de Requisitos

PM	Gerenciamento de Processos de Requisitos	C/I	Nível
PM.GA	Ações Gerais		
PM.GA.a1	Definir e manter processos de gerenciamento e desenvolvimento de requisitos	C	1
PM.GA.a2	Introduzir o suporte de ferramenta para gerenciamento e desenvolvimento de requisitos	C	1
PM.GA.a3	Envolver várias perspectivas no processo de gerenciamento e desenvolvimento de requisito	C	2
PM.CM	Gerenciamento de configurações		
PM.CM.a1	Gerenciar versões de requisitos	C	1
PM.CM.a2	Gerenciar requisitos de linha de base	IC	1
PM.CM.a3	Definir um processo para gerenciar mudanças e evoluções dos requisitos	C	2
PM.CM.a4	Acompanhar as solicitações de mudanças	IC	2
PM.RT	Política de rastreabilidade de requisito		
PM.RT.a1	Identificar de forma exclusiva cada requisito	C	1
PM.RT.a2	Registrar as fontes de requisitos	C	1
PM.RT.a3	Definir políticas de rastreabilidade	IC	2
PM.RT.a4	Registrar as relações entre os requisitos nos artefatos	IC	2
PM.RT.a5	Registrar o impacto dos requisitos em artefatos	IC	2
PM.RC	Comunicação e negociação de requisitos		
PM.RC.a1	Estabelecer comunicação eficaz com os emissores de requisitos	IC	1
PM.RC.a2	Obter entendimento comum entre diferentes envolvidos	IC	3

A MPA Elicitação de requisito é composta por apenas três SPA, com dezesseis ações. Deste total, dez ações estão classificadas como incompletas, sendo seis ações do nível básico, três do nível intermediário e uma do nível avançado, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4: Elicitação de Requisitos

Código Uni-REPM	Elicitação de Requisitos	C/I	Nível
RE.GA	Ações Gerais		
RE.GA.a1	Elicitar requisitos de qualidade	IC	1
RE.GA.a2	Qualificar e quantificar requisitos de qualidade	IC	2
RE.GA.a3	Criar um guia com as regras de negócios com foco na elicitação de requisitos	IC	2
RE.GA.a4	Usar técnicas de elicitação apropriadas com a necessidade do negócio	C	2
RE.GA.a5	Usar artefatos para facilitar a elicitação	C	2
RE.GA.a6	Criar canais para a elicitação das diversas fontes de requisitos	C	3
RE.GA.a7	Reutilizar requisitos	IC	3
RE.SI	Identificação das fontes, partes interessadas e requisitos		
RE.SI.a1	Identificar e envolver partes interessadas relevantes	C	1
RE.SI.a2	Distinguir entre os diferentes tipos de partes interessadas	IC	1
RE.SI.a3	Identificar outras fontes de requisitos	C	1
RE.DC	Consideração de domínio e conhecimento		
RE.DC.a1	Obter informações sobre restrições de domínio do sistema	IC	1
RE.DC.a2	Obter informações sobre a infra-estrutura técnica do sistema	C	1
RE.DC.a3	Obter informações sobre o processo comercial do sistema	IC	1
RE.DC.a4	Obter informações sobre o domínio operacional do sistema	IC	1
RE.DC.a5	Obter informações sobre limites do sistema	IC	1
RE.DC.a6	Considerar as influências socio-políticas sobre as fontes de requisitos	IC	2

A MPA análise de requisitos é composta por três SPA e doze ações. A aplicação anterior da avaliação Uni-RepM, os funcionários envolvidos nestas atividades, acreditavam que, pelo fato de existirem processos e artefatos, esta MPA

estaria no nível de maturidade avançado.

Porém, após a avaliação do modelo Uni-Repm, foi possível verificar que apenas uma única ação foi avaliada como completa. As demais ações estão todas incompletas. Das onze ações incompletas, seis são do nível básico, quatro do nível intermediário e uma no nível avançado, como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5: Análise de Requisitos

RA	Análise de Requisitos	C/I	Nível
RA.GA	Ações gerais		
RA.GA.a1	Executar análise de risco de requisitos	IC	1
RA.GA.a2	Realizar priorização sistemática de requisitos no nível do projeto	IC	2
RA.GA.a3	Analisar as dependências funcionais (relações) dos requisitos	IC	2
RA.GA.a4	Identificar requisitos irrelevantes para a demissão antecipada (escopo, triagem)	IC	2
RA.GA.a5	Analisar o índice da força das relações entre os requisitos	IC	2
RA.GA.a6	Realizar o refinamento e abstração de requisitos	C	3
RA.QA	Análise de atributos de qualidade dos requisitos		
RA.QA.a1	Analisar requisitos em falta e duplicados	IC	1
RA.QA.a2	Analisar requisitos ambíguos	IC	1
RA.QA.a3	Analisar a exatidão dos requisitos	IC	1
RA.QA.a4	Analisar a testabilidade de requisitos	IC	1
RA.PS	Análise de problemas e soluções		
RA.PS.a1	Criar protótipo	IC	1
RA.PS.a2	Realizar modelagem de sistema	IC	3

A MPA planejamento de liberação é composta por duas SPA de apenas sete ações. Deste total, três ações foram classificadas como completas e quatro ações incompletas. As ações incompletas são todas do nível intermediário, como pode ser observado na Tabela 6.

Mesmo todas as ações do nível básico e avançado sendo classificadas como completas, a empresa ABC ainda não possui maturidade no nível básico, uma vez que, para uma MPA atingir seu nível de maturidade a SPA correspondente deve possuir todas suas ações concluídas como completas ou inaplicáveis (GORSCHER; TEJLE, 2002; SVAHNBERG et al., 2018; ZANONI et al., 2014).

Tabela 6: Planejamento de Liberação

RP	Planejamento de Liberação	C/I	Nível
RP.GA.a	Ações Gerais		
RP.GA.a1	Sincronizar o plano de lançamento com o roteiro de produtos	IC	2
RP.GA.a2	Envolver diferentes perspectivas no planejamento de <i>release</i>	IC	2
RP.GA.a3	Avaliar as exigências de requisitos pós-lançamento	C	3
RP.GA.a4	Planejar a liberação múltipla em intervalos pré-definidos	C	3
RP.S	Seleção de Requisitos		
RP.S.a1	Gerenciar pacotes de requisitos para liberações	C	1
RP.S.a2	Criar estimativa de custo e valor dos requisitos	IC	2
RP.S.a3	Realizar a priorização de requisitos no nível de pré-projeto	IC	2

A MPA documentação e especificação de requisito é composta por apenas duas SPA e oito ações. Deste total, cinco ações foram classificadas como completas e apenas três incompletas. As ações incompletas estão distribuídas uma em cada nível, ou seja uma no nível básico, uma no nível intermediário e uma no nível avançado, como pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7: Documentação e Especificação de Requisitos

DS	Documentação e Especificação de Requisitos	C/I	Nível
DS.GA	Ações Gerais		
DS.GA.a1	Estabelecer uma estrutura padronizada para as especificações de requisitos	C	1
DS.GA.a2	Definir atributos de requisitos	IC	1
DS.GA.a3	Definir estados de requisitos	IC	2
DS.GA.a4	Registrar a definição de requisitos	C	2
DS.GA.a5	Registrar a razão da rejeição de requisitos	IC	3
DS.DD	Documentação de Entregáveis		
DS.DD.a1	Definir entrega da documentação do usuário	C	2
DS.DD.a2	Definir entrega da documentação do sistema	C	2
DS.DD.a3	Definir entrega da documentação do gerenciamento do sistema	C	3

A MPA de Requisitos de validação é composta de apenas uma SPA, com sete ações. Deste total, duas ações foram classificadas como completas e cinco como incompletas, sendo uma ação no nível intermediário e duas no nível avançado, como pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8: Validação de Requisitos

RV	Validação de Requisitos	C/I	Nível
RV.GA	Ações Gerais		
RV.GA.a1	Validar os requisitos com partes interessadas relevantes	C	1
RV.GA.a2	Usar uma lista de verificação para garantir a qualidade dos requisitos	IC	1
RV.GA.a3	Revisar requisitos	IC	2
RV.GA.a4	Organizar inspeções para garantir qualidade de requisitos	IC	3
RV.GA.a5	Criar casos de teste preliminar ou manual do usuário	C	3
RV.GA.a6	Uso de um modelo para explicar o sistema de controle de qualidade	IC	3
RV.GA.a7	Definir critérios de testes de aceitação	IC	3

Com a aplicação do processo Uni-REPM, foi possível identificar os artefatos, tarefas e ações existentes dentro da empresa ABC. Foi constatado que muitos processos estão no nível de maturidade básico e alguns sequer conseguiram atingi-

lo. Também foi possível identificar que do total de 23 ações do nível básico apenas 9 ações estavam completas, ou seja 61% das ações estão incompletas.

Portanto, é de suma importância a validação dos processo de requisitos. Como já mencionado, mesmo que o processo Uni-REPM estivesse validado, ainda assim, não há garantia de que os requisitos estejam declarados de forma consistente, completa e correta. O recomendado é que após a avaliação do processo de requisito, seja aplicada uma técnica para a verificação e validação dos requisitos.

Neste sentido, a técnica 3'C possui como principal vantagem a capacidade de identificar de forma imediata mudanças nos requisitos e domínios, alcançando maior precisão, verificação e validação dos requisitos (ZOWGHI; GERVASI, 2015; SARMIENTO et al., 2015). O tipo de verificação e validação oferecida na técnica 3'C é mais eficiente quando executado de forma contínua, ou seja, a cada edição ou incremento no requisito ou no domínio, desencadeia uma verificação nas três propriedades: consistência, completude e corretude (SARMIENTO et al., 2015).

Ao aplicar a técnica 3'C nas ações das atividades do processo Uni-REPM, será possível identificar se as ações declaradas como incompletas possuem vínculo direto com a técnica 3'C, em caso afirmativo, se essas ações afetam diretamente a consistência, completude e corretude do requisito declarado na tarefa ou artefato.

2.4 AÇÕES DO PROCESSO UNI-REPM COM TÉCNICA 3'C

Para identificar se uma ação possui vínculo direto, indireto ou nenhum vínculo com a técnica 3'C, é imprescindível possuir o entendimento de cada ação do modelo de avaliação Uni-REPM. Nesta pesquisa, uma ação possui vínculo direto quando afetar diretamente a consistência, completude e corretude do requisito. Como exemplo, pode-se citar a ação de criar um glossário de termos do produto, esta ação está relacionada de forma direta com a técnica 3'C devido ao fato de proporcionar redução de contradições e estabelecer uma interpretação unificada entre os diferentes leitores com diferentes origens.

Uma ação possui vínculo indireto quando ao ser analisada de forma individual, não possuir vínculo com a técnica 3'C, mas ao analisar a mesma ação em conjunto

com outra ação, a anterior afetar a técnica. Como por exemplo: a ação de definir papéis e responsabilidades para gerenciamento do produto, esta ação afeta diretamente o conhecimento do software a ser desenvolvido, porém a definição de papéis e pessoas não possui vínculo com a técnica 3'C, mas os relatos dos envolvidos nesta ação irão compor algumas ações das atividades de análise, elicitação e validação de requisito. Portanto, essa ação afeta de forma indireta a técnica 3'C e ainda se faz necessário que esta seja declarada como completa no modelo de avaliação Uni-REPM.

Para que uma ação não tenha nenhum vínculo com a técnica 3'C, esta não deve afetar de nenhuma forma a consistência, completude e corretude dos requisitos, como por exemplo a ação de comunicar estratégias na organização, veja que esta ação trata de comunicação interna dentro da empresa, ou seja, não possui vínculo com requisitos relacionados com a técnica 3'C. O questionário da técnica 3'C é composto por sete questões, sendo elas:

Questões da consistência

1. Os requisitos não devem ser contraditórios entre si e nem com o domínio;
2. Os requisitos devem ser mutuamente exclusivos;
3. Não deve haver confronto de terminologias e nem terminologia que cause dúvidas ou má interpretação.

Questões da completude

1. Todas as informações referentes ao requisito devem estar declaradas no domínio e consistentes com os requisitos;
2. A informação do domínio ou requisito não deve conter confronto de terminologias e nem terminologia que cause dúvidas ou má interpretação, termos indefinidos ou seja, cada operação ou condição deve ser construída usando sintaxe e regras semânticas;
3. Nenhuma informação deve estar ausente no domínio e existir no requisito e vice e versa.

Questões da corretude

1. Para um requisito ser declarado correto, é necessário que este seja primeiramente declarado consistente e completo.

Após classificar e identificar quais as ações do processo Uni-REPM estavam classificadas como completas e incompletas, foi aplicado o questionário da técnica 3'C nas questões do processo Uni-REPM para verificar se as ações incompletas afetavam ou não a consistência, completude e corretude dos requisitos.

Nas tabela 9 a 15, podem ser visualizadas as aplicações do questionário da técnica 3'C nas MPAs do processo de Uni-REPM.

Tabela 9: MPA - Suporte Organizacional

OS	MPA - Suporte Organizacional	Impacto com a Técnica 3°C			Consistência			Completeness		
		Direta	Indireta	Não	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
OS.GA	SPA - Ações Gerais									
OS.GA.a1	Criar um glossário de termos dos produtos	x			x			x	x	x
OS.GA.a2	Treinar os colaboradores nos processos de gerenciamento e desenvolvimento de requisitos	x			x			x	x	x
OS.RR	SPA - Papéis e responsabilidade									
OS.RR.a1	Atribuir proprietário(s) para o processo de gerenciamento e desenvolvimento dos requisitos			x						
OS.RR.a2	Definir funções e responsabilidades para o processo de gerenciamento e desenvolvimento de requisitos			x						
OS.RR.a3	Definir funções e responsabilidades para o planejamento de <i>release</i>			x						
OS.RR.a4	Definir funções e responsabilidades para o controle de alterações	x			x	x	x	x	x	x
OS.RR.a5	Definir funções e responsabilidades para gerenciamento de produtos		x		x	x		x		x
OS.S	SPA- Estratégias									
OS.S.a1	Definir estratégias de produtos		x		x			x		x
OS.S.a2	Definir roteiros de produtos		x		x			x		x
OS.S.a3	Comunicar estratégias na organização			x						

Tabela 10: MPA - Gerenciamento de Processos de Requisitos

PM	MPA - Gerenciamento de Processos de Requisitos	Impacto com a Técnica 3'C			Consistência			Completo		
		Direta	Indireta	Não	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
PM.GA	SPA - Ações Gerais									
PM.GA.a1	Definir e manter os processos de gestão de gerenciamento e desenvolvimento de requisitos	x			x	x	x	x	x	x
PM.GA.a2	Introduzir o suporte de ferramentas para o gerenciamento e desenvolvimento de requisitos			x						
PM.GA.a3	Envolver várias perspectivas no processo de gerenciamento e desenvolvimento de requisitos			x						
PM.CM	SPA - Gerenciamento de configurações									
PM.CM.a1	Gerenciar versões de requisitos		x		x	x	x	x		x
PM.CM.a2	Gerenciar os requisitos de linha de base			x						
PM.CM.a3	Definir um processo para gerenciar mudanças e evoluções de requisitos			x						
PM.CM.a4	Acompanhar as solicitações de mudanças		x		x			x	x	x
PM.RT	SPA - Política de rastreabilidade de requisito									
PM.RT.a1	Identificar de forma exclusiva cada requisito	x				x		x		x
PM.RT.a2	Registrar as fontes de requisitos		x				x	x	x	x
PM.RT.a3	Definir políticas de rastreabilidade			x						
PM.RT.a4	Registrar as relações entre os requisitos nos artefatos	x			x			x	x	x
PM.RT.a5	Registrar o impacto do requisito em artefatos	x						x	x	x
PM.RC	SPA - Comunicação e negociação de requisitos									
PM.RC.a1	Estabelecer comunicação eficaz com os emissores de requisitos		x		x		x	x	x	x
PM.RC.a2	Obter entendimento comum entre diferentes envolvidos	x			x	x		x	x	x

Tabela 11: MPA - Elicitação de Requisitos

RE	MPA - Elicitação de Requisitos	Impacto com a Técnica 3'C			Consistência			Completo		
		Direta	Indireta	Não	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
RE.GA	SPA - Ações Gerais									
RE.GA.a1	Elicitar requisitos de qualidade	x						x	x	x
RE.GA.a2	Qualificar e quantificar requisitos de qualidade		x			x		x		x
RE.GA.a3	Criar um guia com as regras de negócios com foco na elicitação de requisitos	x			x		x	x		x
RE.GA.a4	Usar técnicas para elicitação apropriadas com a necessidade do negócio			x						
RE.GA.a5	Usar artefatos para facilitar a elicitação	x			x	x	x	x	x	x
RE.GA.a6	Criar canais para elicitação para as diversas fontes de requisitos		x		x	x	x	x	x	x
RE.GA.a7	Reutilizar requisitos		x		x	x		x		x
RE.SI	SPA - Identificação das fontes, partes interessadas e requisitos									
RE.SI.a1	Identificar e envolver partes interessadas relevantes		x		x	x	x	x	x	x
RE.SI.a2	Distinguir entre diversos tipos de partes interessadas		x		x	x	x	x	x	x
RE.SI.a3	Identificar outras fontes de requisitos	x			x	x	x	x	x	x
RE.DC	SPA - Consideração de domínio e conhecimento									
RE.DC.a1	Obter informações sobre as restrições de domínio do sistema	x			x			x		x
RE.DC.a2	Obter informações sobre a infraestrutura técnica do sistema			x						
RE.DC.a3	Obter informações sobre o processo de negócios do sistema	x			x	x	x	x		x
RE.DC.a4	Obter informações sobre o domínio operacional do sistema	x			x	x	x	x		x
RE.DC.a5	Obter informações sobre os limites do sistema	x			x				x	x
RE.DC.a6	Considerar influências sociopolíticas nas fontes de requisitos	x			x	x	x	x	x	x

Tabela 12: MPA - Análise de Requisitos

RA	MPA - Análise de Requisitos	Impacto com a Técnica 3°C			Consistência			Completo		
		Direta	Indireta	Não	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
RA.GA	SPA - Ações Gerais									
RA.GA.a1	Executar análise de risco de requisitos			x						
RA.GA.a2	Realizar priorização sistemática dos requisitos em nível do projeto			x						
RA.GA.a3	Analisar as dependências funcionais (relações) dos requisitos	x							x	x
RA.GA.a4	Identificar requisitos irrelevantes para demissão antecipada (escopo, triagem)			x						
RA.GA.a5	Analisar o índice da força das relações entre os requisitos		x		x	x	x	x	x	x
RA.GA.a6	Realizar o refinamento e abstração dos requisitos	x			x	x	x	x	x	x
RA.QA	SPA - Análise de atributos de qualidade dos requisitos									
RA.QA.a1	Analisar requisitos em falta ou duplicados	x			x	x	x	x	x	x
RA.QA.a2	Analisar requisitos ambíguos	x			x	x	x	x	x	x
RA.QA.a3	Analisar a exatidão dos requisitos	x			x	x	x	x	x	x
RA.QA.a4	Analisar a testabilidade dos requisitos	x			x	x	x	x	x	x
RA.PS	SPA - Análise de problemas e soluções									
RA.PS.a1	Criar protótipo	x			x	x	x	x	x	x
RA.PS.a2	Realizar a modelagem de sistema		x		x			x		x

Tabela 13: MPA - Planejamento de Liberação

RP	MPA - Planejamento de Liberação	Impacto com a Técnica 3'C			Consistência			Completo		
		Direta	Indireta	Não	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
RP.GA.a	SPA - Ações Gerais									
RP.GA.a1	Sincronizar o plano de lançamento com o roteiro de produtos		x		x			x		x
RP.GA.a2	Envolver diferentes perspectivas no planejamento de <i>release</i>			x						
RP.GA.a3	Avaliar as exigências dos requisitos pós-lançamento	x			x	x	x	x	x	x
RP.GA.a4	Planejar a liberação múltipla em intervalos pré-definidos	x			x	x	x	x	x	x
RP.S	SPA - Seleção de Requisitos									
RP.S.a1	Pacotes de requisitos para liberações			x						
RP.S.a2	Estimativa de custo e valor dos requisitos			x						
RP.S.a3	Realizar priorização de requisitos no nível de pré-projeto		x		x	x	x	x	x	x

Tabela 14: MPA - Documentação e Especificação de Requisitos

DS	MPA - Documentação e Especificação de Requisitos	Impacto com a Técnica 3'C			Consistência			Completo		
		Direta	Indireta	Não	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
DS.GA	SPA - Ações Gerais									
DS.GA.a1	Estabelecer estrutura padronizada para especificação dos requisitos	x			x	x	x	x	x	x
DS.GA.a2	Definir atributos de requisitos	x			x	x	x	x	x	x
DS.GA.a3	Definir estados de requisitos	x			x	x	x	x	x	x
DS.GA.a4	Registrar a definição de requisitos	x			x		x	x		x
DS.GA.a5	Registrar a razão da rejeição de requisitos			x						
DS.DD	SPA - Documentação de Entregáveis									
DS.DD.a1	Definir entrega da documentação do usuário			x						
DS.DD.a2	Definir entrega da documentação do sistema			x						
DS.DD.a3	Definir entrega da documentação do gerenciamento do sistema			x						

Tabela 15: MPA - Validação de Requisitos

RV	MPA - Validação de Requisitos	Impacto com a Técnica 3'C			Consistência			Completo		
		Direta	Indireta	Não	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
RV.GA	SPA - Ações Gerais									
RV.GA.a1	Validar os requisitos com as partes interessadas relevantes	x			x	x	x	x	x	x
RV.GA.a2	Usar uma lista de verificação para garantir a qualidade dos requisitos	x			x	x	x	x	x	x
RV.GA.a3	Revisar requisitos	x			x	x	x	x	x	x
RV.GA.a4	Organizar inspeções para garantir qualidade de requisitos	x			x	x	x	x	x	x
RV.GA.a5	Criar caso de teste preliminar ou manual do usuário	x			x	x	x	x	x	x
RV.GA.a6	Usar um modelo para explicar o sistema de controle de qualidade			x						
RV.GA.a7	Definir critérios de aceitação e testes de aceitação	x			x		x	x		x

Após a aplicação do questionário da técnica 3'C nas ações do processo Uni-REPM, foi possível identificar quais ações do nível básico declaradas incompletas afetavam diretamente a técnica 3'C. Na Tabela 16, podem ser observadas quais são as ações identificadas. Esta pesquisa irá trabalhar apenas com as ações do nível básico, declaradas incompletas do processo Uni-REPM, uma vez que este nível é declarado como básico, ou seja, as ações deste nível afetam diretamente a técnica 3'C (NGUYEN et al., 2012).

Tabela 16: Ações Uni-REPM Incompletas

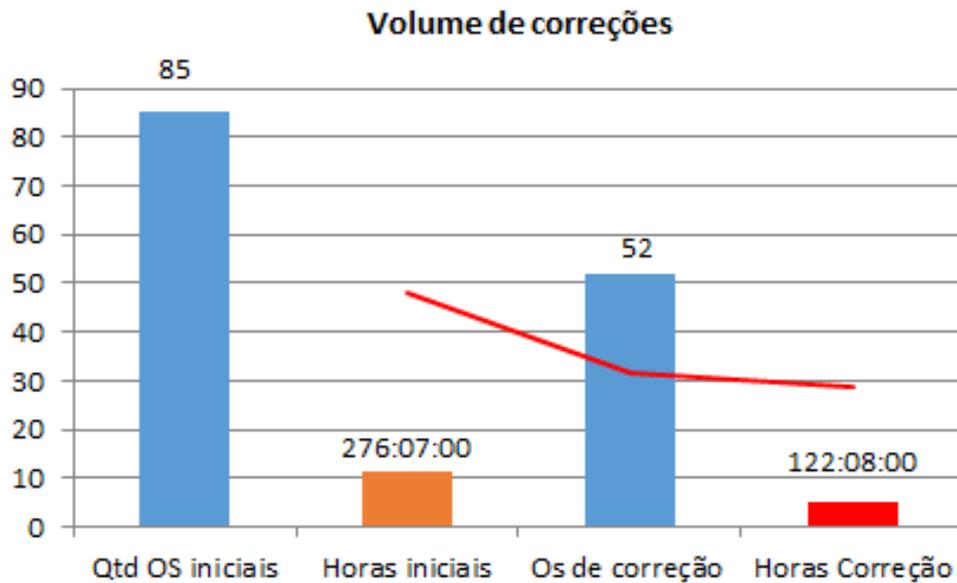
Cod Uni-REPM	Ações Uni-REPM Incompletas
PM.RT.a1	Identificar de forma exclusiva cada requisito
RE.GA.a1	Identificar requisitos de qualidade
RE.DC.a1	Identificar informações sobre as restrições de domínio do sistema
RE.DC.a3	Identificar informações sobre o processo de negócios do sistema
RE.DC.a4	Identificar informações sobre o domínio operacional do sistema
RE.DC.a5	Identificar informações sobre os limites do sistema
RA.QA.a1	Analisar requisitos em falta ou duplicados
RA.QA.a2	Analisar requisitos ambíguos
RA.QA.a3	Analisar a exatidão dos requisitos
RA.QA.a4	Analisar a testabilidade dos requisitos
RA.PS.a1	Criar protótipo
RV.GA.a1	Validar os requisitos com as partes interessadas e relevantes
RV.GA.a2	Usar uma lista de verificação para garantir a qualidade dos requisitos

2.5 APLICANDO A TÉCNICA 3'C EM O.S JÁ CONCLUÍDAS

Para analisar e verificar a eficácia da técnica 3'C, este estudo selecionou um total de 85 O.S que continham 151 unidades de informações e 276:07 horas de desenvolvimento de um determinado período. Foi identificado que do volume das 85 O.S, apenas 33 delas estavam corretas, sendo assim, foram totalizadas 61% de correções.

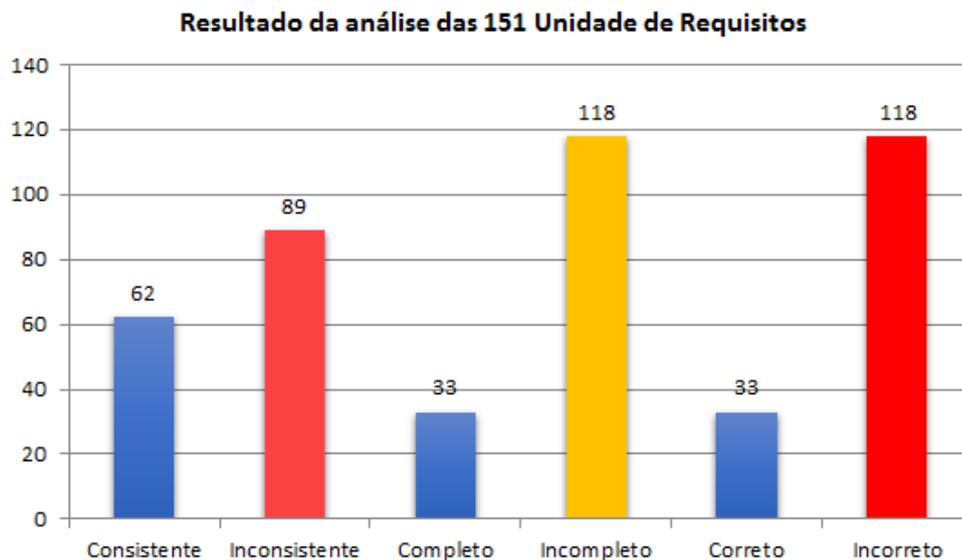
Ao analisar as 52 O.S de correção foi identificada que houve a utilização de 122:08 horas, contabilizando um acréscimo de 44,22% a mais de horas de serviço para que as O.S estivessem concluídas de forma a atender a necessidade do cliente, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6: Resultado da Análise de correções



Ao aplicar a técnica 3°C nas 85 O.S, foram identificados que alguns requisitos possuíam unidades de informação consistentes, porém a maioria das unidades de informação estavam incompletas, o que levou à incorreção. Do volume total das 151 unidades de informação, 87 unidades estavam inconsistentes, 118 unidades incompletas, 118 unidades incorretas e apenas 33 corretas. Esta informação pode ser visualizada na Figura 7.

Figura 7: Resultado da Análise de 151 unidades de Informação



Ao realizar a análise das questões relacionadas à consistência, foi possível identificar que para a questão de número um (As unidades de informação ou requisitos não devem ser contraditórias entre si e nem com o domínio), obteve o resultado 103 unidades sem divergências com o domínio, porém 48 continha algum tipo de problema. Para a questão de número dois (As declarações devem ser mutuamente exclusivas) resultou em 121 unidades de informação exclusivas em relação às 30 unidades não exclusivas. Para a terceira questão (Não deve haver confronto de terminologias e nem terminologia que cause dúvidas ou má interpretação) foi identificado que 85 unidades de informação não continham problemas, porém em 66 unidades de informação havia algum problema relacionado à dúvida de interpretação ou dúvidas.

Em relação à análise das questões relacionadas à completude, foi obtido o seguinte resultado: para a questão de número um (Todas as informações referentes ao requisito devem estar declaradas no domínio), identificou que em 89 unidades de informação existia informações declaradas em seu domínio, porém havia 62 divergente. Para a questão de número dois (A informação não deve conter objetos, entidades ou termos indefinidos), foi identificado que 75 unidades de informação possuíam suas informações declaradas no domínio, porém 76 unidades apresentaram algum tipo de indefinição. A questão de número três (Nenhuma informação deve estar ausente), foi identificado que 52 unidades não apresentaram ausência de informação e que 99 unidades possuíam algum tipo de ausência.

3 EXECUÇÃO DA PESQUISA-AÇÃO E COLETA DE DADOS

3.1 INÍCIO DAS IMPLEMENTAÇÕES E REUNIÕES

Após obter o conhecimento sobre MPAs, SPA, atividades e tarefas do processo Uni-REPM, e também identificar quais as atividades existentes e as não existentes na empresa ABC, foram realizadas reuniões abertas com os diretores e os colaboradores do departamento de projetos, análise e desenvolvimento, suporte e qualidade, com duração de 60 minutos para cada reunião.

Devido à pandemia do Covid-19, a empresa está trabalhando *Home office*, sendo assim as reuniões foram todas realizadas remotamente por meio do aplicativo *google meet*. Na Tabela 17, podem ser observados os participantes, assuntos abordados e data da reunião.

Tabela 17: Apresentação do Uni-REPM - Diretória

Objetivo	Introduzir o Uni-REPM	Reunião 1
Duração:	60 minutos	Data da Reunião: 22/06/2020
Tp. Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Diretória	Dir1	Introdução do assunto da quantidade de horas de retrabalho
		Apresentação da planilha das O.S X horas de retrabalho
	Dir2	Apresentação da planilha de horas de retrabalho X desenvolvedor
		Apresentação de processo de maturidade do processo de E.R por meio de conjuntos de atividades
	Dir3	Apresentação do modelo de avaliação Uni-REPM
		Apresentação das fase do Uni-REPM

A reunião foi iniciada discorrendo sobre o grande volume de horas de retrabalho existente na empresa. Para comprovar essa fala, foi relatada a realização de uma pesquisa com as O.S de um período de 60 dias que totalizou 85 O.S. Desse volume, apenas 33 O.S não resultaram em correção, ou seja, apenas 38,82 % das solicitações dos clientes foram atendidas sem necessidade de retrabalho.

Para o total de 85 O.S, inicialmente foram gastos 276 horas de trabalho, porém se fez necessário à confecção de novas O.S para correção que resultaram em mais 122 horas . Contabilizando assim um acréscimo de 44,22% de horas de retrabalho.

Para demonstrar que o volume de retrabalho não estava vinculado a nenhum desenvolvedor em específico, foi realizado um novo estudo nas mesmas O.S, buscando identificar desenvolvedor versus a quantidade de horas inicial e a quantidade de horas gastas em correção.

O resultado obtido foi que todos possuíam quase a mesma porcentagem de erro, como pode ser observado na Tabela 18. Dessa forma, os participantes da reunião concluíram que o volume de horas de retrabalho não está vinculado a nenhum desenvolvedor em específico.

Após a demonstração dos números, ficou nítido que o volume empregado em retrabalho era alto, o que surpreendeu todos os participantes, uma vez que

Tabela 18: Horas de retrabalho X Desenvolvedor

Desenvolvedor	Hrs origem	Hrs correção	% erro	Qtd OS origem	Qtd Os correção
Dev1	90:38:00	37:47:00	41,69%	6	6
Dev4	66:37:00	30:24:00	45,63%	6	8
Dev3	42:20:00	18:45:00	44,29%	6	5
Dev2	76:32:00	35:12:00	45,99%	7	6
Total	276:07:00	122:08:00	44,23%	25	25

não possuíam o conhecimento da quantidade de horas de retrabalho realizadas na empresa ABC. Na sequência, foi realizada a apresentação do processo Uni-REPM, discorrendo sobre as MPAs, SPAs, tarefas e ações.

Na segunda e terceira reuniões serão abordados exatamente os mesmos assuntos da primeira reunião, diferenciando apenas os departamentos e colaboradores. O objetivo dessas três primeiras reuniões consistia em demonstrar o volume de horas de retrabalho existentes e apresentar o funcionamento do processo Uni-REPM.

As reuniões foram realizadas por departamentos, sendo a primeira reunião com a diretoria, a segunda com o departamento de análise e desenvolvimento e a terceira com o departamento de suporte, qualidade e implantação. Nas três reuniões, foram realizadas as mesmas apresentações, abordagens com mesmo tempo de duração. Nas Tabelas 19 e 20 podem ser observados os participantes, assuntos abordados e data da reunião.

Tabela 19: Apresentação do Uni-REPM - projeto, análise e desenvolvimento

Objetivo	Introduzir o Uni-REPM	Reunião 2
Duração:	60 minutos	Data da Reunião: 24/06/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Projeto	Proj1	Introdução do assunto da quantidade de horas de retrabalho
	Dev1	Apresentação da planilha das O.S X horas de retrabalho
Desenvolvedores	Dev2	Apresentação da planilha de horas de retrabalho X desenvolvedor
	Dev3	Apresentação de processo de maturidade do processo de E.R por meio de conjuntos de atividades
	Dev4	Apresentação do modelo de avaliação Uni-REPM Apresentação das fase do Uni-REPM

Tabela 20: Apresentação do Uni-REPM - qualidade, suporte e implantação

Objetivo	Introduzir o Uni-REPM	Reunião 3
Duração:	60 minutos	Data da Reunião: 26/06/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Qualidade	Quali1	Introdução do assunto da quantidade de horas de retrabalho
	Sup1	Apresentação da planilha das O.S X horas de retrabalho
Suporte	Sup2	Apresentação da planilha de horas de retrabalho X desenvolvedor
	Sup3	Apresentação de processo de maturidade do processo de E.R por meio de conjuntos de atividades
Implantação	Impl1	Apresentação do modelo de avaliação Uni-REPM Apresentação das fase do Uni-REPM

Após cada reunião de demonstração do processo Uni-REPM, foi realizada uma conversa informal, com objetivo de identificar se os participantes aceitariam o desafio de aprofundar um pouco nos conhecimentos no processo Uni-REPM e se estariam dispostos a alterar algumas de suas rotinas de trabalho.

Em relação à diretoria, a aceitação foi unânime, a equipe de análise e desenvolvimento solicitaram mais reuniões com intuito de conhecer mais detalhes do processo Uni-REPM e saber qual o verdadeiro impacto em suas rotinas de trabalho. A equipe de suporte e qualidade não apresentaram nenhuma objeção e se mostraram interessadas em conhecerem o processo Uni-REPM, haja vista que se os erros forem minimizados o mesmo irá acontecer com o volume de reclamações de clientes.

Como solicitado pela equipe de análise e desenvolvimento, foi realizada uma nova reunião com o objetivo de apresentar as MPAs, SPAs e suas respectivas tarefas e ações. Essa reunião também ocorreu de forma remota por meio do aplicativo do *google meet* e teve 120 minutos de duração. Na Tabela 21, podem ser observados os participantes, assuntos abordados e data da reunião.

Tabela 21: Explicação do Uni-REPM para o departamento de análise e desenvolvimento

Objetivo	Introduzir o Uni-REPM	Reunião 4
Duração:	60 minutos	Data da Reunião: 29/06/2020
Tp. Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
	Proj1	Apresentação do modelo de avaliação Uni-REPM
Análise e Desenvolvimento	Dev1	Explicado cada MPAs e SPA
	Dev2	Explicação da aplicação do Uni-REPM já aplicado
	Dev3	Apresentado tabela de atividades X ações uni REPM X ações incompletas
	Dev4	Apresentado tabela de atividades X ações uni REPM X ações incompletas

A reunião foi iniciada explicando que o processo Uni-REPM é um modelo de maturidade para o processo de E.R, cujo objetivo é ser aplicável para avaliar a maturidade dos processos em todos os cenários de uma empresa, sendo utilizado nas mais diferentes abordagens de desenvolvimento (GORSCHER; TEJLE, 2002). Com a utilização do Uni-REPM, espera-se avaliar e conhecer o nível de maturidade dos processos de E.R.

Além disso, foi orientado que as MPAs correspondem às principais áreas de processos da E.R, sendo elas:

1. Suporte organizacional
2. Gestão de Processo de Gerenciamento de Requisitos
3. Elicitação de Análise de Requisitos
4. Análise de Requisitos
5. Planejamento de Liberação de Requisitos
6. Documentação e Especificação de Requisitos
7. Validação de Requisitos

Foi explicado que cada MPA possui algumas SPA, que por sua vez, contém várias ações. Foi também informado que o processo Uni-REPM possui três níveis de maturidade sendo: nível básico, nível intermediário e nível avançado. Também foi

explicado, de forma detalhada, cada nível do processo Uni-REPM, porém foi informado que o trabalho estará direcionado apenas ao nível básico.

Na sequência, explicou-se que anterior a essa reunião já havia sido realizada a aplicação do processo Uni-REPM na empresa para conhecer quais as MPAs, SPA e ações que necessitavam de alteração. Apresentou-se aos colaboradores a Tabela 22, de forma que foi possível visualizar a quantidade de ações incompletas na empresa ABC.

Tabela 22: Ações uni REPM X ações incompletas na empresa

MPA	Total Ações Uni-REPM	Total Ações incompletas	%
Apoio Organizacional	10	1	10%
Gerência de processo de requisitos	14	8	57%
Elicitação de requisitos	15	10	67%
Análise de requisitos	12	11	92%
Planejamento de liberação	7	4	57%
Documentação e Especificação de requisito	8	5	63%
Validação de Requisitos	6	5	83%

Foi unânime o desânimo entre os colaboradores, todos questionaram sobre o volume de trabalho que teriam, uma vez que são muitas as ações que necessitam de alterações. Foi lembrado a todos os colaboradores que, do total de 44 ações incompletas, apenas 13 pertencem ao nível básico e necessitam de ajustes. Neste momento foi notado um certo sinal de alívio no rosto dos colaboradores. Apresentando a Tabela 16 (descrita anteriormente na pag 62) para que todos tivessem o real entendimento das ações que necessitavam de alterações dentro da empresa.

Ao identificarem que o volume de ações não era grande como estavam imaginando, os colaboradores se mostraram interessados em conhecer mais a fundo o processo Uni-REPM. Porém, os desenvolvedores solicitaram mais reuniões para obterem a compreensão de como será a implementação, alteração e qual o verdadeiro impacto destas, em suas rotinas de trabalho.

A quinta reunião foi apresentada para todos os departamentos, uma vez que as alterações a serem implementadas afetarão a todos os departamentos. Também se fez necessário obter a aprovação da diretoria, tendo em vista que, nesse processo inicial, haverá aumento de trabalho para todos os colaboradores. Esta reunião ocorreu

de forma remota por meio do aplicativo do *google meet* e teve uma duração de 120 minutos. Na Tabela 23 pode ser observado os participantes, assuntos abordados e data da reunião.

Tabela 23: Apresentação das tarefas existentes e as que necessitam de alteração

Objetivo	Intr.Uni-REPM	Reunião 5
Duração:	60 minutos	Data da Reunião: 01/07/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Diretoria	Dir1	Apresentação das tarefas e ações existentes
	Dir2	
	Dir3	
Projeto	Proj1	
Análise e	Dev1	
Desenvolvimento	Dev2	
	Dev3	
	Dev4	
Suporte	Sup1	Apresentação das tarefas e ações que necessitam de alterações
	Sup2	
	Sup3	
Qualidade	Qualidade	
Implantação	implantação	

A reunião foi iniciada com a visualização da Tabela 24, que possibilitou demonstrar quais ações do processo Uni-REPM a empresa já realiza na sua totalidade.

Tabela 24: Ações Uni-REPM existentes

Cod Uni-REPM	Ações Uni-REPM Existente - Nível básico
OS.GA.a1	Criar um glossário de termos de produto
PM.RT.a2	Registrar as fonte de requisitos
PM.RC.a1	Estabelecer comunicação eficaz com os emissores de requisitos
RE.SI.a1	Identificar e envolver as partes interessadas e relevantes
RE.SI.a3	Identificar outras fontes de requisitos
DS.GA.a1	Estabelecer uma estrutura padronizada para as especificações de requisitos

Durante a demonstração da Tabela 24 (ações existentes), houve uma explanação de como as ações já eram executadas dentro da empresa. Dessa forma, todos compreenderam que algumas das ações que já realizam por meio de alguns registros nos artefatos internos da empresa são na verdade algumas das ações do processo Uni-REPM.

Após a apresentação da Tabela 24, foi realizada uma conversa informal de aproximadamente 10 minutos com o objetivo de identificar o sentimento dos colaboradores em relação às ações já realizadas na empresa e, obter a percepção dos mesmos sobre as ações incompletas. Todos os colaboradores se mostraram mais tranquilos após a conversa. Foi observado que os mesmos estavam com bastante interesse em conhecer e compreender como poderiam trabalhar nas ações que necessitavam de alterações e saber quanto estas alterações iriam afetar suas rotinas de trabalho.

Após esse intervalo de 10 minutos, a reunião foi retomada e todas as tabelas foram apresentadas sequencialmente. Ao final, uma pausa foi realizada para um novo alinhamento e foi informado aos colaboradores que todas tabelas seriam enviadas por email, para que todos tivessem acesso e pudessem realizar uma análise detalhada caso fosse necessário. Também foi realizada uma elucidação sobre o conceito de U.I e sobre o artefato de domínio.

Ao término da reunião, todos os colaboradores estavam mais tranquilos pois compreenderam que as sugestões eram simples e que já são tarefas e ações que fazem parte de suas rotinas de trabalho, porém não são validadas, não registradas e não possuem controle de como e quem as realizava, ou tão pouco quando eram realizadas. Para registrar essas informações, os próprios colaboradores sugeriam a criação de um quadro com as ações e tarefas a serem realizadas para cada departamento.

Para criação desse quadro, foi sugerida uma nova reunião onde todos pudessem participar. Cada departamento deve identificar o que faz parte da sua responsabilidade. A diretoria aprovou todas as ideias, sem ressalvas, ao notar o engajamento dos colaboradores na busca pela redução do volume de horas de retrabalho. Por fim, foi enviado um email com as tabelas apresentadas para que todos

pudessem estudar as ações e tarefas a fim de identificarem o que caberia a cada departamento.

Na sexta reunião, houve um processo de alinhamento e distribuição das ações e tarefas entre os seguintes departamentos: gerência de projeto; desenvolvimento; qualidade e suporte. Esta reunião também ocorreu de forma remota por meio do aplicativo *google meet* e teve 120 minutos de duração. Na Tabela 25, pode ser observado os participantes, assuntos abordados e data da reunião.

Tabela 25: Alinhamento do quadro de tarefas e ações

Objetivo	Introdução Uni-REPM	Reunião 6
Duração:	120 minutos	Data da Reunião: 29/07/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
	Proj1	
Projeto	Dev1	
	Dev2	
Análise e Desenvolvimento	Dev3	Alinhamento do quadro de tarefas e ações por departamento
	Dev4	
Suporte	Sup1	
	Sup2	
	Sup3	
Qualidade	Qualidade	
Implantação	Implantação	

Dias antes da reunião, os participantes receberam por email as tabelas da reunião anterior, onde constava as ações e tarefas para que cada um pudesse estudá-las e se preparar para este encontro.

A reunião foi iniciada com a disponibilização do quadro das tarefas e ações para todos os participantes. O quadro foi deixado aberto para que os mesmos pudessem, de forma natural, selecionar o que competia a cada departamento. A reunião ocorreu com um clima tranquilo, uma vez, que cada departamento conseguiu entender sua responsabilidade em cada ação e tarefa. Houve alguns casos que a gerência de projeto precisou argumentar, mas sem grandes modificações ou questionamentos.

Na sequência, o quadro são apresentados as tabelas: 26 a 37

Tabela 26: Ação e tarefa por Depto-Id requisito/U.I

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
PM.RT.a1	Identificar de forma exclusiva cada requisito	Identificar e particionar as solicitações dos clientes (requisitos) em uma ou várias U.I	Registrar cada U.I descrita na O.S no Software Dwins, dentro da <i>tag</i> [identificação técnica]. O registro deve iniciar com o prefixo Req seguido de um numeral sequencial, exe: U.I 1, U.I 2 etc	Suporte e qualidade
		Identificar e validar as U.I descritas na O.S com o texto da regra de negócio do artefato domínio são condizentes	Realizar leitura comparativa e detalhada com o texto descrito nas U.I da O.S com o texto da regra de negócio do artefato de domínio	Gerência de projeto e qualidade

Tabela 27: Ação e tarefa por Depto-Id inf. restrições de domínio do sistema

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RE.DC.a1	Identificar informações sobre as restrições de domínio do sistema	Identificar as restrições em relação ao domínio do sistema com os principais envolvidos no projeto	Realizar reuniões com os principais envolvidos no projeto para validar as restrições de domínio	Gerência de projeto, qualidade e suporte
		Consultar fontes externas (contabéis e legislativas) quando houver questões relacionadas a legislação	Registrar o resultado da reunião de validação das restrições de domínio, no artefato de domínio	Gerência de projeto, qualidade e suporte
			Registrar na O.S, as restrições de domínio, no campo Identificação Técnica com <i>tag</i> [restrições do domínio]	Gerência de projeto, qualidade e suporte

Tabela 28: Ação e tarefa por Depto-Id inf. processo de negócios do sistema

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RE.DC.a3	Identificar informações sobre o processo de negócios do sistema	Identificar fontes e informações que possam colaborar para evolução e manutenibilidade do software	Realizar reuniões com os principais envolvidos no projeto (colaboradores da empresa ABC), consultores do seguimento de transporte, e os principais clientes com objetivo de estarem sempre atualizados com os processos de negócio dos seus clientes e do setor de transporte de cargas fechada	Gerência de projeto, qualidade e suporte
			Registrar as informações relacionadas ao processo de negócio no artefato regra de domínio	Gerência de projeto, qualidade e suporte

Tabela 29: Ação e tarefa por Depto-Id inf. o domínio operacional do sistema

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa proposta	Depto
RE.DC.a4	Identificar informações sobre o domínio operacional do sistema	Identificar informações relacionadas ao domínio operacional do sistema bem como suas limitações e restrições na qual irá operar	Realizar reuniões com os principais envolvidos no projeto (colaboradores da empresa ABC), para análise e registros do domínio operacional do sistema bem como suas limitações e restrições no qual irá operar	Gerência de projeto e qualidade
			Registrar as reuniões no artefato de domínio	Gerência de projeto e qualidade

Tabela 30: Ação e tarefa por Depto-Id inf. limites do sistema

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RE.DC.a5	Identificar informações sobre os limites do sistema	Identificar e validar os limites que o sistema irá operar	Realizar reuniões, troca de emails com os principais envolvidos no projeto (colaboradores da empresa ABC), e quando necessário fontes externas como: contadores, advogados, consultores, em alguns casos alguma legislação específica do segmento de transporte em alguns casos alguma legislação específica e outras empresas do mesmo segmento para análise, identificar os limites que o sistema deve operar	Gerência de projeto e qualidade
		Identificar e validar com os principais envolvidos no projeto o(s) motivo(s) desse(s) limites de operação do sistema	Validar as informações com as mais diversas fontes e ou os principais envolvidos no projeto ou solicitação	Qualidade e suporte
			Registrar no artefato de domínio o(s) o resultado das reuniões, trocas de email com as informações de limite(s) do sistema	Qualidade, desenvolvedores e suporte

Tabela 31: Ação e tarefa por Depto- Anal.requisitos/U.I em falta ou duplicados

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RA.QA.a1	Analisar requisitos em falta ou duplicados	Identificar e validar a duplicidade ou a falta de informações nos textos escritos nas U.I das O.S	Realizar leituras comparativas nas U.I escritas entre O.S, <i>ticket</i> e artefato de requisito para validar e identificar a existência ou falta de informações duplicadas	Qualidade e desenvolvedores
		Identificar e validar se as U.I iniciam com o Prefixo U.I mais o numeral sequencial	Ao realizar a leitura nas U.I das O.S, e caso seja identificado U.I duplicados, eliminar	Qualidade, desenvolvedores e suporte
			Realizar a leitura nas U.I das O.S e caso seja identificado a falta de informação, efetuar o registro	Qualidade e desenvolvedores

Tabela 32: Ação e tarefa por Depto- Anal.requisitos/U.I ambíguos

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RA.QA.a2	Analisar requisitos ambíguos	Identificar e validar no texto escrito nas U.I da O.S e no artefato de domínio termos, palavras ou demais informações ambíguas	Realizar leitura detalhada de cada U.I da O.S com objetivo de verificar a linguagem em relação a termos que cause dúvida ou má interpretação como: boa aparência, ótimo, rápido, telas especiais, amigável e corrigir	Todos os departamentos
		Identificar e validar no texto escrito nas U.I da O.S se as U.I são exclusivas	Realizar leitura comparativa entre as U.I da O.S com texto escrito no artefato de domínio para identificar e corrigir a existência de termos ambíguos que possam causar dúvidas ou má interpretação	Qualidade e desenvolvedores

Tabela 33: Ação e tarefa por Depto- Anal. exatidão dos requisitos/U.I

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RA.QA.a3	Analisar a exatidão dos requisitos	Identificar e validar a existência da U.I contraditórios com o domínio	Realizar leitura detalhada e comparativa das U.I das O.S com o texto descrito no artefato de domínio e no <i>ticket</i>	Qualidade e desenvolvedores e suporte
		Identificar e validar o texto das U.I quanto a clareza de leitura, compreensão e coerência	Realizar leitura detalhada das U.I da O.S com o objetivo de obter a compreensão e coerência do texto	Qualidade e desenvolvedores e suporte
		Identificar e validar termos duplicados ou indefinidos	Realizar leitura detalhada das U.I da O.S com o objetivo de verificar a existência de termos duplicados ou indefinidos	Qualidade e desenvolvedores e suporte

Tabela 34: Ação e tarefa por Depto- Anal.os testes realizados com os requisitos/U.I

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RA.QA.a4	Analisar os testes realizados com os requisitos	Identificar nas U.I a insuficiência de informações para aplicar no teste	Identificar nas U.I a insuficiência de informações para aplicar no teste & Realizar reunião com os principais envolvidos para obter detalhes sobre necessidades ou expectativas das partes interessadas para incluir nos testes	Qualidade
			Registrar o resultado das Reuniões na O.S no campo comentário com a <i>tag</i> [análise de testes]	Qualidade
		Identificar quais os requisistos devem ser testados e como testá-los	Realizar leituras da U.I descritas nas O.S para validar as necessidades e a forma de realizar os testes	Qualidade

Tabela 35: Ação e tarefa por Depto- Criar Protótipo

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RA.PS.a1	Criar Protótipo	Criar Protótipo	Realizar leitura das U.I das O.S e elaborar imagem das solicitações para possibilitar a validação do solicitado com cliente	Qualidade e suporte
			Validar o protótipo com o cliente, email ou reunião presencial	Qualidade e suporte

Tabela 36: Ação e tarefa por Depto- Validar os requisitos/U.I com as partes interessadas

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RV.GA.a1	Validar os requisitos com as partes interessadas relevantes	Validar os requisitos com os principais envolvidos no projeto e na solicitação das U.I	Realizar reuniões com os principais envolvidos (gerente de projeto, analista de teste, analista de requisitos e o cliente) para validar as solicitações	Gerência de projeto, qualidade e suporte
			Registrar o resultado da reunião na O.S no campo comentários com <i>tag</i> [validações U.I]	Gerência de projeto, qualidade e suporte

Tabela 37: Ação e tarefa por Depto- Usar lista para assegurar a qualidade dos requisitos/U.I

CodUni-REPM	Ação Uni-REPM	Ação Proposta	Tarefa Proposta	Depto
RV.GA.a2	Usar uma lista para assegurar a qualidade dos requisitos	Criar uma lista de instruções de teste com detalhes de como deve ocorrer os testes	Realizar leitura detalha das instruções de teste para compreensão de como proceder nos testes	Qualidade
		Identificar quais os requisistos devem ser testados e como testá-los	Realizar testes conforme orientação descrita na lista de teste	Qualidade

Após a distribuição de ações e tarefas, todos se comprometeram em iniciar imediatamente as atividades. Foi acordado que inicialmente será realizado um acompanhamento diário nas O.S e nas reuniões semanais, e caso seja identificada alguma divergência, será alinhada de forma individual ou por departamento. Isso devido ao fato da pesquisadora possuir como atividade o acompanhamento do registros e caso haja necessidade deverá realizar orientações.

Após iniciar as implementações sugeridas, foram realizados acompanhamentos diários nas O.S e artefatos internos, para certificar que todos estavam realmente empenhados e executando suas tarefas. Foi identificado que alguns colaboradores haviam esquecido de realizar algumas tarefas. Sendo assim, foi necessário então realizar uma rápida reunião com o colaborador Dev3 do departamento de análise e desenvolvimento para lembrá-lo de registrar anotações nos artefatos de domínio, como pode ser observado na Tabela 38.

Tabela 38: Alinhamento colaborador Dev3

Objetivo	Intr.Uni-REPM	Reunião 7
Duração:	120 minutos	Data da Reunião: 05/07/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Análise e Desenvolvimento	Dev3	Alinhamento, colaborador esqueceu de realizar as tarefas

Houve também necessidade de uma reunião com o colaborador Qualidade devido ao fato de identificar que estava esquecendo de informar o prefixo Req mais o numeral antes da descrição de algumas unidades de requisitos, como pode ser observado na Tabela 39.

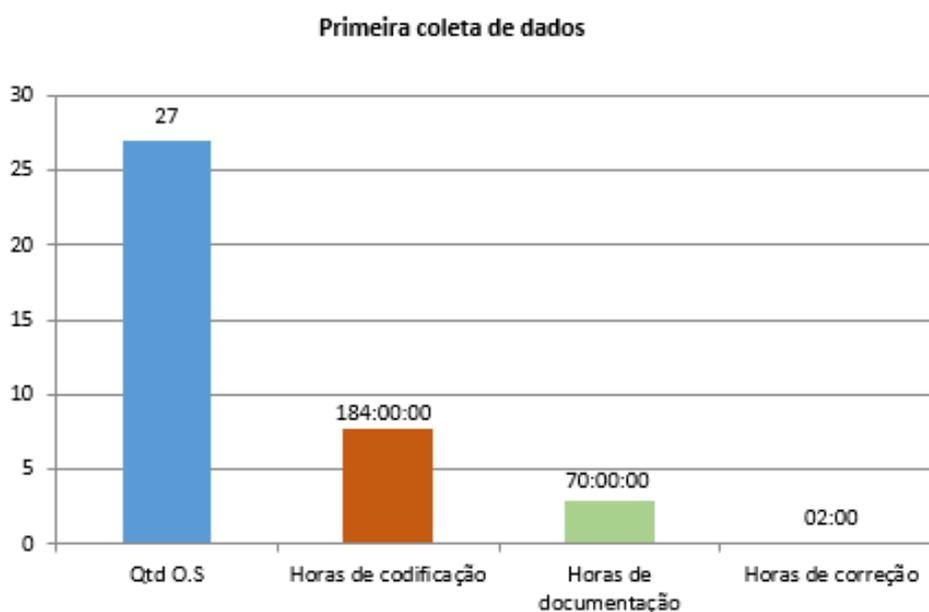
Tabela 39: Alinhamento colaborador Qualidade

Objetivo	Intr.Uni-REPM	Reunião 8
duração:	120 minutos	Data da Reunião: 17/07/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Projeto e Desenvolvimento	Qualidade	Alinhamento de informações, não estava descrevendo os prefixo nos requisitos

Diariamente, foi realizado o acompanhamento das O.S e, a cada dificuldade encontrada, uma nova reunião era marcada com o colaborador em questão. Desta forma, ao concluir o prazo de 30 dias, foi efetuado o levantamento das O.S.

A primeira coleta ocorreu em um período de 30 dias e contemplou a análise de 27 O.S, na qual continha com 102 U.I. Para atender a demanda dessas U.I, se fez necessário a utilização de 184 horas de codificação e 70 horas de registros no artefato de domínio, como pode ser observado na Figura 8. Contudo, Foi identificada a necessidade da utilização de 2 horas para correções em codificação. Nessa primeira coleta, ficou evidenciado a redução no volume de horas empregadas com retrabalho, haja vista, que na coleta anterior o volume era de 47,97% . Contudo, é possível observar também o aumento de U.I, visto que na coleta anterior, para 85 O.S era de apenas 151 U.I, ocorrendo um acréscimo de 68 % . Porém, esse número é bem maior se comparado em termos relativos com apenas 27 O.S.

Figura 8: Primeira coleta de dados



Em relação ao baixo volume de horas de correção, é importante salientar que pode ter relação ao fato da aluna realizar o acompanhamentos diário, ou seja, a cada O.S finalizada pela equipe de desenvolvimento, era realizada a análise. Porém, nas demais coletas de dados, as reuniões ocorreram de forma semanal, sempre no último dia de cada semana com os colaboradores de cada departamento. As reuniões foram realizadas remotamente por meio do aplicativo *google meet*.

Antes de iniciar a reunião de número nove, foi realizada a coleta de dados das O.S da semana. Nessa coleta, identificada a existência de duas O.S com problemas

relacionados a inconsistência. Portanto, houve à necessidade de trabalhar essas O.S com o grupo de colaboradores envolvidos e, sempre reforçando a importância da necessidade do registro das informações nos artefatos, como pode ser observado na Tabela 40.

Tabela 40: Acompanhamento das implementações

Objetivo	Acompanhamento Uni-REPM	Reunião 9
Duração:	60 minutos	Data da Reunião: 04/09/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Projetos	Proj1	
Qualidade	Quali1	Alinhamento de dúvidas da implantação do processo Uni-REPM
Desenvolvimento	Dev1	Encontrado falhas de documentação
	Dev2	Encontrado requisitos inconsistentes
	Dev3	Realizado orientações
	Dev4	

Nas reuniões de número 10, 11 e 12, não foram realizadas as coletas de dados, apenas foi reforçado a importância da documentação e deste trabalho para todos, uma vez que, havendo redução de horas de retrabalho, todos terão mais tempo para trabalhar em projetos de novos desafios, como pode ser observado nas Tabelas 41, 42, 43. Na reunião de numero 13, foi demonstrado a aplicação da técnica 3'C em apenas duas O.S para que os colaboradores da empresa compreendessem como é realizada a análise da consistência, completude e corretude dos requisitos, ou seja, a aplicação da técnica 3'C. Os colaboradores ficaram surpresos em relação à simplicidade da conferência e da importância do trabalhos que estão efetuando e conseguiram compreender como na prática está ocorrendo a diminuição das horas de retrabalho.

Tabela 41: Reunião 10

Objetivo	Acompanhamento Uni-REPM	Reunião 10
Duração:	60 minutos	Data da Reunião: 11/09/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Projetos	Proj1	
Qualidade	Quali1	Alinhamento de dúvidas da implantação do processo Uni-REPM
Desenvolvimento	Dev1	Revisado a importância da documentação
	Dev2	
	Dev3	
	Dev4	

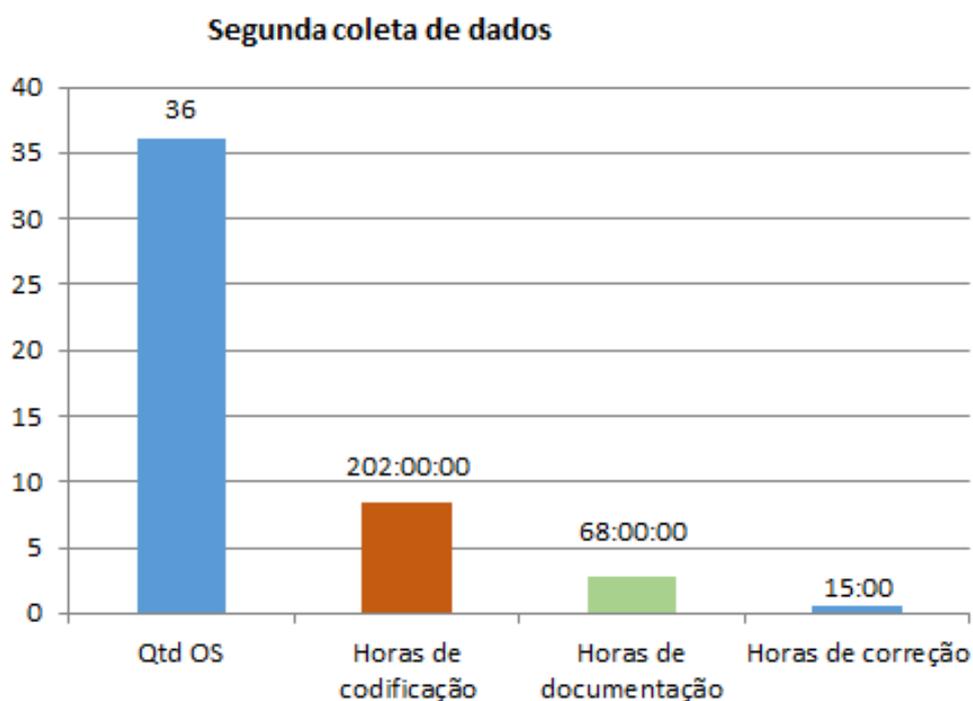
Tabela 42: Reunião 11

Objetivo	Acompanhamento Uni-REPM	Reunião 11
Duração:	60 minutos	Data da Reunião: 18/09/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Projetos	Proj1	
Qualidade	Quali1	Alinhamento de dúvidas da implantação do processo Uni-REPM
Desenvolvimento	Dev1	Reforçado a importância da documentação
	Dev2	
	Dev3	
	Dev4	

Tabela 43: Reunião 12

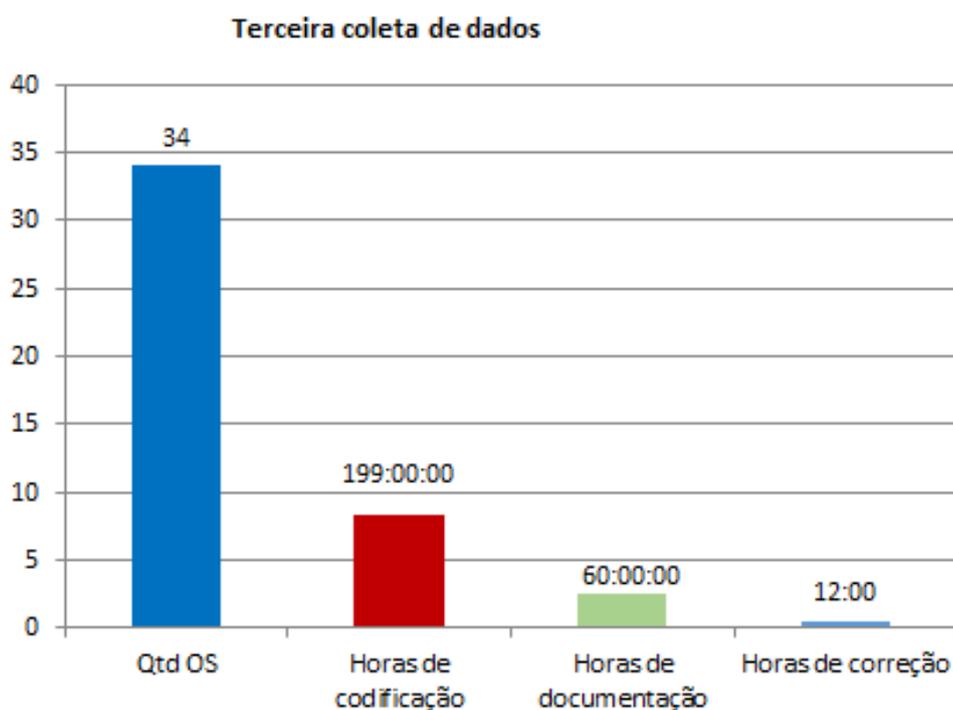
Objetivo	Acompanhamento Uni-REPM	Reunião 12
Duração:	60 minutos	Data da Reunião: 25/09/2020
Tipo da Reunião:	Remota: On-line	Assuntos abordados
Depto	Colaboradores	
Projetos	Proj1	
Qualidade	Quali1	Alinhamento de dúvidas da implantação do processo Uni-REPM
Desenvolvimento	Dev1	Junto com os colaboradores aplicado a técnica 3'C em 2 O.S para conhecimento geral
	Dev2	Reforçado a importância da documentação
	Dev3	
	Dev4	

A segunda coleta de dados foi realizada no mês subsequente, na qual resultou na análise 36 O.S composta de 128 U.I e para essa demanda foram utilizadas 202 horas em codificação e 68 horas de registros no artefato de domínio, como pode ser observado na Figura 9. Ainda foi identificada a necessidade de utilização de 15 horas em retrabalho.

Figura 9: Segunda coleta de dados

A terceira coleta de dados foi realizada no mês subsequente, na qual resultou na análise de 34 O.S composta de 135 U.I e para essa demanda foram utilizadas 199 horas em codificação e 60 horas de registros no artefato de domínio. Ainda foi identificada a necessidade de da utilização de 12 horas em retrabalho, como pode ser observado na Figura 10.

Figura 10: Terceira coleta de dados



3.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na coleta de dados realizada anterior às implementações de melhorias sugeridas pelo modelo de avaliação Uni-REPM e a técnica 3'C, o volume de horas utilizadas em retrabalho era de 122 para atender a demanda de 85 O.S com 151 U.I. Após aplicar as implementações sugeridas, foi realizada a primeira coleta de dados e observada a necessidade de apenas 2 horas de retrabalho, mesmo considerando que a quantidade de O.S na primeira coleta era de 27 em relação as 85 O.S da coleta anterior, é nítido a redução das horas gastas em retrabalho. Vale lembrar que nas 85 O.S continham 151 U.I em relação as 27 O.S da primeira coleta com 102 U.I.

Na segunda coleta de dados, houve um acréscimo de 33% em quantidade

de O.S e 25% na quantidade de UI em relação a coleta anterior. Para registro com documentação de domínio foram gastas 68:00, havendo diminuição de 3 % o que já era esperado, uma vez que após iniciar o registro de informações relacionado às regras de domínio, será necessário apenas inserir novos incrementos. Em relação às horas de retrabalho, houve um aumento de 650 % , esse número é devido ao fato da coleta anterior necessitar de apenas 2 horas para correção e nessa coleta 15 horas. Vale lembrar que anterior à aplicação das melhorias propostas, o volume empregado em horas de retrabalho era de 122 horas para atender a demanda de 151 U.I.

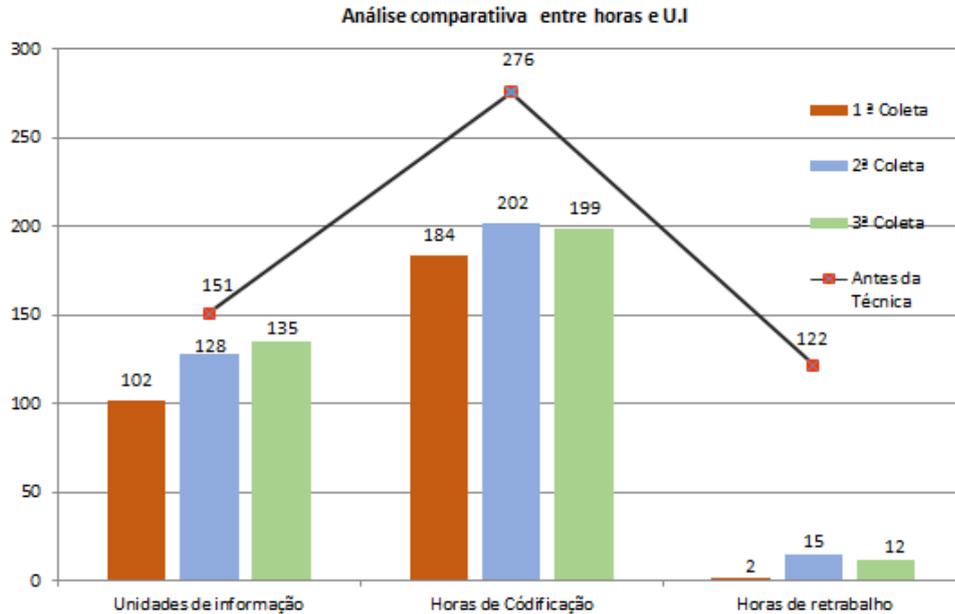
Este aumento se deu ao fato da aluna não realizar o acompanhamento diário e sim semanal. Tal mudança foi necessária para que os colaboradores se conscientizassem da importância das alterações impostas pelo modelo Uni-REPM e a técnica 3'C. Mesmo com esse aumento no volume de horas de correção, é nítido que após a inclusão das alterações o volume total de horas de retrabalho diminuiu consideravelmente.

No comparativo entre a segunda e essa terceira coleta, houve uma redução de 5% na quantidade de O.S, mas um acréscimo de 6% na quantidade de U.I. Em relação às horas de registro com documentação de domínio, nessa terceira coleta foram gastas 60:00, ou seja, uma redução de 14% em relação a coleta anterior. Contudo, acredita-se estar estabilizado o número de horas gastas em retrabalho, isso devido ao fato da necessidade de 12 horas para retrabalho, ou seja, uma redução de 23% em comparativo com a segunda.

Na Figura 11, pode ser observado um acréscimo em relação ao número de U.I, esse aumento era esperado devido ao uso do particionamento dos requisitos como recomendado na técnica 3'C. Essa divisão contribui para leitura e interpretação do solicitado e por consequência na consistência, completude e corretude da U.I.

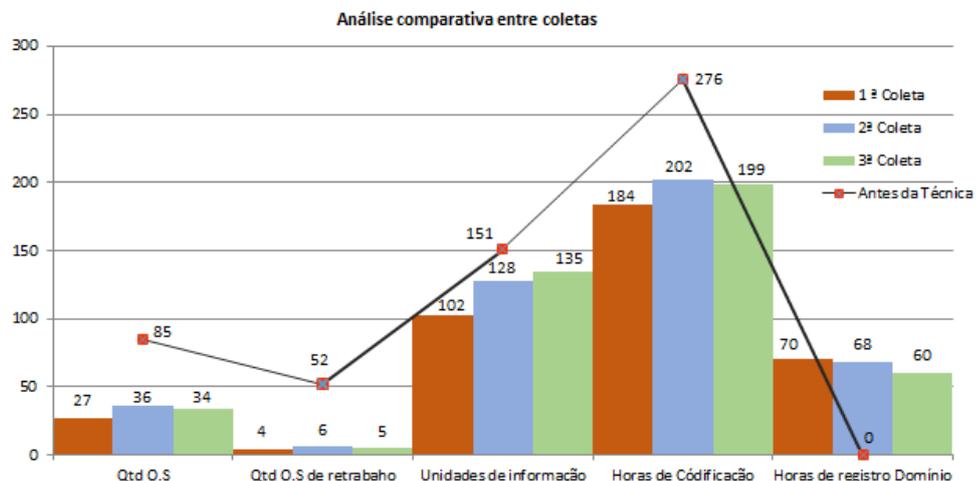
Nessa figura, também pode ser observada a existência de uma correlação entre a diminuição de horas com retrabalho e o aumento com horas em codificação. As horas que anteriormente eram gastas com retrabalho foram aproveitadas para criação de novos projetos. Esse era um fator que gerava muita insatisfação entre os colaboradores e os clientes, uma vez que vários problemas eram somente encontrados no ambiente do cliente.

Figura 11: Análise comparativa entre horas e U.I



Na Figura 12, é demonstrado um comparativo entre as três coletas realizadas após as alterações sugeridas com a coleta anterior às alterações. Nesse comparativo, pode-se observar que anterior a aplicação das implementações o número de O.S de retrabalho era de 52, após as alterações diminuiu para 4 na primeira coleta, 6 na segunda coleta e 5 na terceira coleta. Essa redução demonstra que as implementações de melhorias sugeridas pelo modelo de avaliação Uni-REPM e a técnica 3’C proporciona requisitos consistentes, completos e corretos.

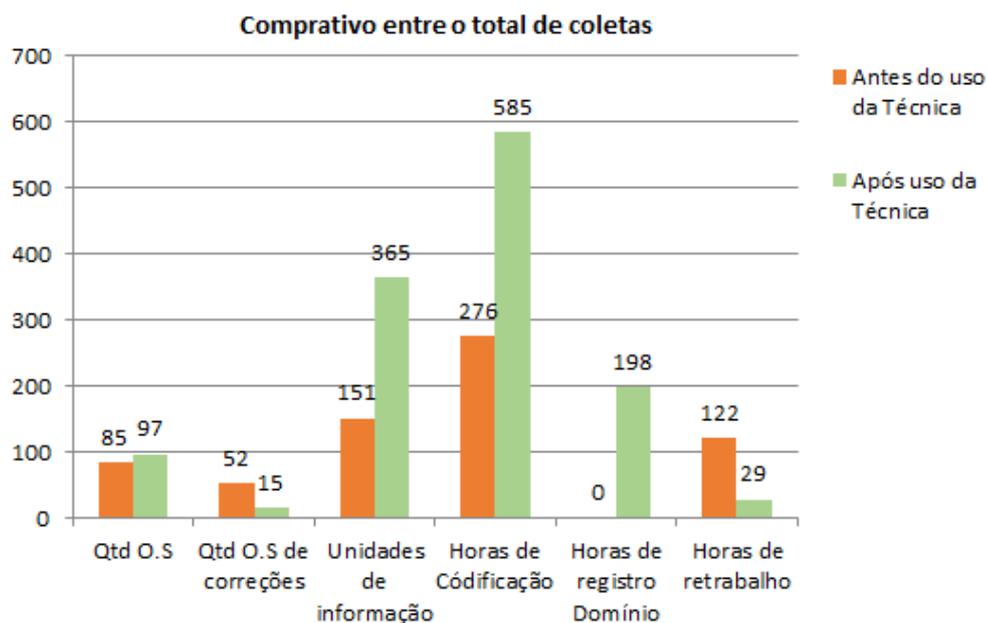
Figura 12: Análise comparativa entre as coletas



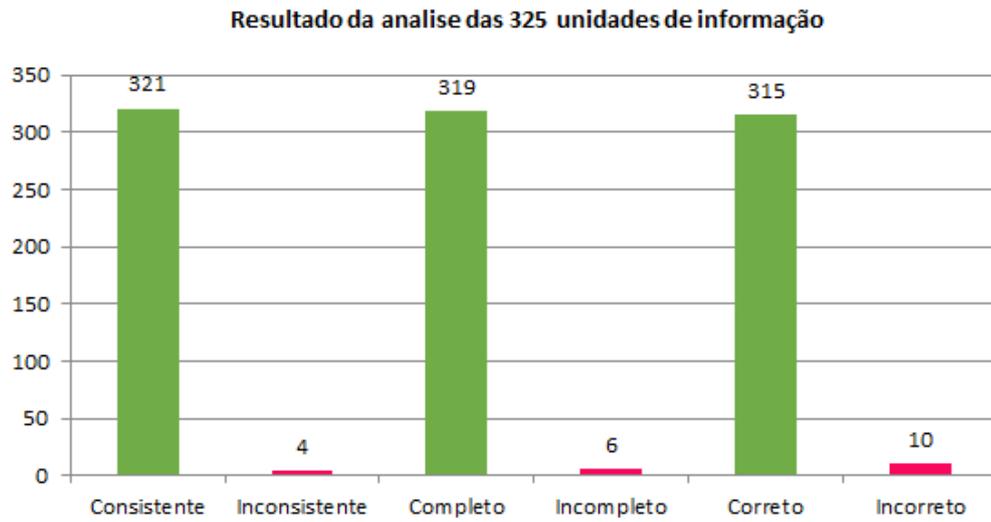
Ao realizar um comparativo entre a coleta realizada anterior à implementações

sugeridas pelo modelo de avaliação Uni-REPM e a técnica 3'C e o total de informações colhidas nas 3 coletas posterior às implementações, foi observado que, mesmo com um acréscimo na quantidade de O.S que anteriormente era de 85 O.S passou para 97 O.S, as U.I iniciais que eram de 151 cresceram para 365, para as horas utilizadas em codificação que inicialmente era de 276 cresceu para 585. Contudo, vale lembrar que um dos fatores que contribuíram para esse aumento foi atribuído às horas utilizadas para registro de informação do domínio, que anteriormente não existia. Em relação às horas de retrabalho, houve uma diminuição considerável, mudando de 122 horas iniciais para apenas 29 horas, como pode ser observado na Figura 13. A redução no volume de horas de retrabalho fez com que os colaboradores da empresa ABC se sentissem motivados pelo fato de haver diminuição nas reclamações dos clientes.

Figura 13: Comparativo entre o total de coletas



Ao aplicar a técnica 3'C nas 365 U.I, foi identificado que desse total apenas 4 U.I apresentaram algum problema em relação a consistência, 6 U.I com incompletude e 10 U.I, incorretas, como pode ser visualizado na Figura 14.

Figura 14: Resultado da análise das 325 unidades de informação

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou investigar técnicas para melhorias na qualidade dos requisitos registrados em artefatos. A oportunidade para o desenvolvimento deste estudo surgiu a partir da análise conjunta, entre a aluna e os colaboradores da empresa ABC, de um problema clássico que consiste no alto índice de horas de retrabalho.

Para conhecer e compreender os processos, artefatos, tarefas e ações existentes, foi realizado o mapeamento dos processos internos da empresa ABC. Após obter esse conhecimento, foi realizada a validação com todos os colaboradores envolvidos. Para a realização dessa modelagem, foi utilizada a notação BPMN.

Após conhecer e identificar os artefatos, tarefas e ações dos requisitos foi de suma importância aplicar uma avaliação quanto à maturidade destes. Essa avaliação tem por objetivo identificar os pontos que necessitam de ajustes. Através da avaliação da maturidade foi possível identificar como ocorre o processo de identificação, registro, e principalmente como e se ocorre a avaliação e validação dos requisitos com os principais envolvidos.

Para a avaliação da maturidade dos processos de requisitos, foi utilizado o modelo Uni-REPM. Nessa pesquisa optou-se por avaliar apenas as ações do nível declarado como básico pelo modelo Uni-REPM. Esta escolha ocorreu devido ao fato desse nível ser o primário, ou seja, é onde ocorre a definição dos requisitos.

Após aplicar o modelo de avaliação dos processos de requisitos, foi identificada a necessidade de incluir alguns ajustes nos artefatos de requisitos. Sendo assim, foram realizadas diversas reuniões com os colaboradores da empresa ABC com objetivo de explicar o que era o modelo Uni-REPM e como as alterações

sugeridas iriam impactar diretamente em suas rotinas.

Após várias reuniões de explicações do modelo Uni-REPM, foi iniciado o uso das aplicações de melhorias no processo, as alterações foram:

1. A criação e registro no artefato de regra de domínio do negócio;
2. Inclusão de vários itens de descrição no atual artefato denominado O.S;
3. O particionamento dos requisitos em U.I;
4. A validação dos requisitos e U.I com o artefato de regra de domínio do negocio;
5. Identificar e registrar as restrições do sistema em relação a regra de domínio;
6. Identificar e validar os limites que o sistema irá operar com os principais envolvidos,
7. Identificar e validar nas U.I a duplicidade, falta de informações, ambiguidades e clareza da escrita;
8. Elaboração de protótipos;
9. Elaboração de uma lista com instruções para testes;
10. Validar os requisitos com os principais envolvidos no projeto.

Após iniciar a aplicação das implementações sugeridas, deu-se início à coleta de dados. Ao total, ocorreram três coletas de dados, todas com período mensal. Na primeira coleta de dados, assim que uma O.S era concluída, a aluna realizava análise, aplicava a técnica 3'C e, caso fosse identificado alguma inconformidade, era organizado uma reunião de forma rápida com os colaboradores envolvidos para efetuar as orientações necessárias. Para a segunda e terceira coleta de dados, os alinhamentos passaram a ocorrer de forma semanal. Vale ressaltar que devido à pandemia do covid-19, as reuniões ocorrera todas remotas por meio do aplicativo *google meet*.

Ao concluir as três coletas de dados, foi possível observar que, mesmo com acréscimo em: 14% nas quantidades de O.S e aumento de 141,72 % nas

U.I e ainda acréscimo em 111,95 % nas horas de codificação, houve redução de 73,23% nas horas que inicialmente eram utilizadas em retrabalho. Vale observar que aumentou o volume de codificação e uma diminuição considerável no número de horas empregadas em retrabalho.

Desta forma acredita-se que os objetivos almejados neste estudo, foram alcançados, uma vez que foi apresentada uma solução para a questão da melhoria na qualidade dos requisitos e por consequência a redução da inconsistência, incompletude e incorretude dos requisitos.

4.1 CONTRIBUIÇÕES

Este estudo possui uma forte contribuição para as empresas desenvolvedoras de software que buscam a melhoria contínua na qualidade de seus produtos, por meio da priorização da fase de análise dos requisitos.

Este estudo se mostrou eficaz ao demonstrar que, após introduzir um modelo de avaliação da maturidade dos processos de requisitos, juntamente com a técnica 3'C para a verificação e validação dos requisitos, na empresa de software ABC, houve redução na quantidade de horas que eram utilizadas com retrabalho.

Outra importante contribuição, deu-se no fato dos colaboradores e diretores da empresa ABC, declararem que, ao fazer uso do modelo de avaliação da maturidade do processo de requisitos, passaram a obter maior entendimento das regras do negócio em que trabalhavam, isso devido à inserção do uso do documento de regra do domínio. Também foi declarado pelos diretores a redução de custo, uma vez que houve diminuição de horas empregadas em retrabalho. Desta, o tempo que antes era utilizado em retrabalho, passou a ser empregado em novos projetos, fato que resultou em motivação para os colaboradores.

Outra contribuição importante foi a retomada de confiança dos clientes na empresa ABC, uma vez que esta estava abalada devido ao grande volume de inconsistências que era identificado pelos próprios clientes. Esta constatação ocorreu por meio de conversas via telefone e alguns e-mails entre os colaboradores do departamento de suporte e os clientes.

Além disso, este estudo contribui, para a o aperfeiçoamento contínuo da melhoria no processo de qualidade dos requisitos e ainda, produziu profundo conhecimento nas regras de negócio da empresa quem que este estudo é aplicado, isso devido ao fato de fazer-se necessária a criação e contínua manutenção do documento de regra de domínio.

4.2 TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros, este estudo pode servir como base inicial para as empresas de software que desejam implantar a avaliar os níveis intermediários e avançados do modelo de avaliação da maturidade dos processos de requisitos, o Uni-REPM.

Este estudo também pode fornecer elementos para realização de outros trabalhos como:

1. Realizar uma análise, para avaliar a possibilidade do desenvolvimento de um software que permita realizar a verificação e validação existente na técnica 3'C nos textos escritos em linguagem natural pelos analistas de requisitos;
2. Realizar replicações desse estudo, refinando o processo de avaliação da maturidade dos requisitos e a verificação e validação dos requisitos escritos em linguagem natural com uso de outras técnicas, como por exemplo: análise por meio de um *checklist*;
3. Estudo comparativo da qualidade dos requisitos gerados antes e após a inserção do processo uni-REPM juntamente com a verificação e validação oferecida pela técnica 3'C;
4. Realizar um estudo, para mensurar se apenas o emprego do uso das unidade de informações descritas nas Ordens de Serviços proporciona maior entendimento das necessidades dos clientes para os desenvolvedores.

Por fim, o estudo do processo de Engenharia de Requisitos deve continuar a ser objeto de pesquisa para que seja cada vez mais utilizado de forma eficiente para

que haja um profundo entendimento das reais necessidades dos clientes e demais envolvidos nesse processo.

REFERÊNCIAS

- AALST, W. M. Van der. Formalization and verification of event-driven process chains. **Information and Software technology**, Elsevier, v. 41, n. 10, p. 639–650, 1999.
- AGUIAR, L. G. F. et al. **Tratamento de ambiguidades em requisitos de evolução de sistemas jurídicos baseado em mapeamento conceitual**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- AGUIAR, L. G. F.; SILVA, R. T. da; GENVIGIR, E. C.; FABRI, J. A.; L'ERÁRIO, A. Um modelo para tratamento de ambiguidades em requisitos de evolução de sistemas jurídicos baseado em mapeamento conceitual. In: **CibSE**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 380–393.
- ARRUZAZABALA, M.; DAPOZO, G.; THOMAS, P. Análisis comparativo de modelos de evaluación de procesos de ingeniería de requerimientos. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Resistencia, 2012.
- BACCHELLI, A.; BETTENBURG, N.; GUERROUJ, L.; HAIDUC, S. 3rd workshop on mining unstructured data. In: IEEE. **2013 20th Working Conference on Reverse Engineering (WCRE)**. [S.l.], 2013. p. 491–492.
- BALDAUF, J. P.; FORMOSO, C. T.; MIRON, L. I. G. Modelagem de requisitos de clientes de empreendimentos habitacionais de interesse social com o uso de bim. **Ambiente Construído**, SciELO Brasil, v. 13, n. 3, p. 177–195, 2013.
- BITENCOURT, A. S.; PAIVA, D. M. B.; CAGNIN, M. I. Elicitação de requisitos a partir de modelos de processos de negócio em bpmn: Uma revisão sistemática. In: SBC. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação**. [S.l.], 2016. p. 200–207.
- BOCCIARELLI, P.; D'AMBROGIO, A. A bpmn extension for modeling non functional properties of business processes. In: **Proceedings of the 2011 Symposium on Theory of Modeling & Simulation: DEVS Integrative M&S Symposium**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 160–168.
- BRUCKER, A. D.; HANG, I.; LÜCKEMEYER, G.; RUPAREL, R. Securebpmn: Modeling and enforcing access control requirements in business processes. In: **Proceedings of the 17th ACM symposium on Access Control Models and Technologies**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 123–126.
- CHEN, X.; ZHANG, W.; LIANG, P.; HE, K. A replicated experiment on architecture pattern recommendation based on quality requirements. In: IEEE. **2014 IEEE 5th International Conference on Software Engineering and Service Science**. [S.l.], 2014. p. 32–36.
- CORDES, D.; CARVER, D. Evaluation method for user requirements documents. **Information and Software Technology**, Elsevier, v. 31, n. 4, p. 181–188, 1989.

- DOMINGO, J. C. La investigación en la acción. **Cuadernos de Pedagogías**, 1994.
- ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Educar em Revista**, SciELO Brasil, n. 16, p. 181–191, 2000.
- FERRARI, A.; SPAGNOLO, G. O.; GNESI, S. Towards a dataset for natural language requirements processing. In: **REFSQ Workshops**. [S.l.: s.n.], 2017.
- FERRARI, A.; SPOLETINI, P.; GNESI, S. Ambiguity cues in requirements elicitation interviews. In: IEEE. **2016 IEEE 24th International Requirements Engineering Conference (RE)**. [S.l.], 2016. p. 56–65.
- FOCKEL, M.; HOLTMANN, J. Reqpat: Efficient documentation of high-quality requirements using controlled natural language. In: IEEE. **2015 IEEE 23rd International Requirements Engineering Conference (RE)**. [S.l.], 2015. p. 280–281.
- GAO, T.; LI, T.; XIE, Z.; XU, J.; QIAN, Y. A process model of software evolution requirement based on feedback. In: IEEE. **2011 International Conference of Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences**. [S.l.], 2011. v. 2, p. 171–174.
- GÉNOVA, G.; FUENTES, J. M.; LLORENS, J.; HURTADO, O.; MORENO, V. A framework to measure and improve the quality of textual requirements. **Requirements engineering**, Springer, v. 18, n. 1, p. 25–41, 2013.
- GOMES, A.; PETTERSSON, A. **Market-driven requirements engineering process model—MDREPM**. 2007.
- GORSCHKEK, T.; TEJLE, K. **A method for assessing requirements engineering process maturity in software projects**. 2002.
- GUSEV, G. Practical review of software requirements. In: IEEE. **2010 6th Central and Eastern European Software Engineering Conference (CEE-SECR)**. [S.l.], 2010. p. 185–188.
- HADDAD, F. B. B. et al. **Avaliação do processo de engenharia de requisitos em empresas de desenvolvimento de software**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.
- HAYES, J. H.; LI, W.; YU, T.; HAN, X.; HAYS, M.; WOODSON, C. Measuring requirement quality to predict testability. In: IEEE. **2015 IEEE Second International Workshop on Artificial Intelligence for Requirements Engineering (AIRE)**. [S.l.], 2015. p. 1–8.
- HERNÁNDEZ, U. I.; RODRÍGUEZ, F. J. Á.; MARTIN, M. V. Use processes—modeling requirements based on elements of bpmn and uml use case diagrams. In: IEEE. **2010 2nd International Conference on Software Technology and Engineering**. [S.l.], 2010. v. 2, p. V2–36.
- HOFSTEDE, A. T.; AALST, W. Van der. Yawl: yet another workflow language. **Information Systems**, Elsevier Ltd, v. 30, p. 245–275, 2005.

KAMALRUDIN, M.; HOSKING, J.; GRUNDY, J. Improving requirements quality using essential use case interaction patterns. In: IEEE. **2011 33rd International Conference on Software Engineering (ICSE)**. [S.l.], 2011. p. 531–540.

KUCHTA, J. Completeness and consistency of the system requirement specification. In: **FedCSIS Position Papers**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 265–269.

LEWIN, K. Teoria de campo em ciências sociais. **São Paulo: Biblioteca Pioneira de Ciências**, 1965.

MACIEL, P. R.; LINS, R. D.; CUNHA, P. R. **Introdução às redes de Petri e aplicações**. [S.l.]: UNICAMP-Instituto de Computacao, 1996.

MONSALVE, C.; APRIL, A.; ABRAN, A. On the expressiveness of business process modeling notations for software requirements elicitation. In: IEEE. **IECON 2012-38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society**. [S.l.], 2012. p. 3132–3137.

MONTEIRO, S. B. et al. Considerações críticas sobre a concepção de pesquisa-ação em joe kincheloe. **REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO-ANPED**, v. 23, 2000.

MURIANA, L. M.; MACIEL, C.; MENDES, F. F. Qualices: a method for verifying the consistency among documents of the engineering phase. In: **Proceedings of the 30th ACM international conference on Design of communication**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 105–114.

NGUYEN, M. **Empirical Evaluation of a Universal Requirements Engineering Process Maturity Model**. 2010.

NGUYEN, M.; THI, N.; LOAN, T.; PETTERSSON, A.; GOMES, A.; TEJLE, K. Requirements engineering process maturity model uni-repm. 2012.

NOGUEIRA, F. A. Levantamento e especificação de requisitos de software utilizando modelos de processos de negócio. **Master's thesis. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, Brazil**, 2017.

OLIVEIRA, R. P. de; ALMEIDA, E. S. de. Requirements evolution in software product lines: An empirical study. In: IEEE. **2015 IX Brazilian Symposium on Components, Architectures and Reuse Software**. [S.l.], 2015. p. 1–10.

OMG, O.; PARIDA, R.; MAHAPATRA, S. Business process model and notation (bpmn) version 2.0. **Object Management Group**, 2011.

PALOMARES, C.; FRANCH, X.; QUER, C. Requirements reuse and patterns: a survey. In: SPRINGER. **International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality**. [S.l.], 2014. p. 301–308.

PHILLIPS, L. B.; AURUM, A.; SVENSSON, R. B. Managing software quality requirements. In: IEEE. **2012 38th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications**. [S.l.], 2012. p. 349–356.

SAEEDI, K.; ZHAO, L.; SAMPAIO, P. R. F. Extending bpmn for supporting customer-facing service quality requirements. In: IEEE. **2010 IEEE International Conference on Web Services**. [S.l.], 2010. p. 616–623.

SAITO, S.; TAKEUCHI, M.; HIRAOKA, M.; KITANI, T.; AOYAMA, M. Requirements clinic: Third party inspection methodology and practice for improving the quality of software requirements specifications. In: IEEE. **2013 21st IEEE International Requirements Engineering Conference (RE)**. [S.l.], 2013. p. 290–295.

SARMIENTO, E.; LEITE, J. C. S. do P.; ALMENTERO, E. Using correctness, consistency, and completeness patterns for automated scenarios verification. In: IEEE. **2015 IEEE Fifth International Workshop on Requirements Patterns (RePa)**. [S.l.], 2015. p. 47–54.

SAWYER, P.; GERVASI, V.; NUSEIBEH, B. Unknown knowns: Tacit knowledge in requirements engineering. In: IEEE. **2017 IEEE 25th International Requirements Engineering Conference**. [S.l.], 2017. p. 329–329.

SAWYER, P.; SOMMERVILLE, I.; VILLER, S. Requirements process improvement through the phased introduction of good practice. **Software Process: Improvement and Practice**, Wiley Online Library, v. 3, n. 1, p. 19–34, 1997.

SOARES, H. A.; MOURA, R. S. A methodology to guide writing software requirements specification document. In: IEEE. **2015 Latin American Computing Conference (CLEI)**. [S.l.], 2015. p. 1–11.

SOLEMON, B.; SAHIBUDDIN, S.; GHANI, A. A. A. A new maturity model for requirements engineering process: An overview. Scientific Research Publishing, 2012.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. ed. [S.l.]: São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2011.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de software.[sl]: Pearson prentice hall. **Citado**, v. 2, p. 28, 2011.

SOUSA, R. T. de; DEUS, F. E. de; SOUSA, B. A. de; ARAÚJO, A. P.; HOLANDA, M.; SILVA, W. M. C.; FREITAS, H.; VIDAL, S. S.; SANTOS, R. M. dos; MORAES, A. A methodology for quality assurance for business process modeling with bpmn: A case study for the sigepe software. In: IEEE. **2016 11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**. [S.l.], 2016. p. 1–5.

SPEM, O. **Software & Systems Process Engineering Metamodel Specification (SPEM 2.0)**. 2008.

SUTCLIFFE, A.; SAWYER, P. Requirements elicitation: Towards the unknown unknowns. In: IEEE. **2013 21st IEEE International Requirements Engineering Conference (RE)**. [S.l.], 2013. p. 92–104.

SVAHNBERG, M.; GORSCHKE, T.; NGUYEN, T. T. L.; NGUYEN, M. Uni-repm: a framework for requirements engineering process assessment. **Requirements Engineering**, Springer, v. 20, n. 1, p. 91–118, 2015.

SVAHNBERG, M.; GORSCHKEK, T.; NGUYEN, T. T. L.; NGUYEN, M. Uni-repm: a framework for requirements engineering process assessment. **Requirements Engineering**, Springer, v. 20, n. 1, p. 91–118, 2018.

THIOLLENT, M. Pesquisa-ação nas organizações, ed. **Atlas, São Paulo, Atlas**, 1997.

THITISATHIENKUL, P.; PROMPOON, N. Quality assessment method for software requirements specifications based on document characteristics and its structure. In: IEEE. **2015 Second International Conference on Trustworthy Systems and their Applications**. [S.l.], 2015. p. 51–60.

THONG, W. J.; AMEEDDEEN, M. A. A survey of uml tools. In: SPRINGER. **Proceedings of the International Conference on Data Engineering 2015 (DaEng-2015)**. [S.l.], 2019. p. 61–70.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, SciELO Brasil, v. 31, n. 3, p. 443–466, 2005.

VELTHUIS, M. G. P. **Métodos de investigación en ingeniería del software**. [S.l.]: Grupo Editorial RA-MA, 2014.

VIEIRA, S. R. C.; VIANA, D.; NASCIMENTO, R. P. C. do; CONTE, T. Avaliando uma técnica para extrair requisitos a partir de diagramas de processos de negócios através de estudos experimentais. In: **CLEI 2012-XXXVIII Conferencia Latinoamericana en Informática. Elsevier, Medellin, Colombia**. [S.l.: s.n.], 2012. v. 11.

VILELA, J.; CASTRO, J.; MARTINS, L. E. G.; GORSCHKEK, T. Assessment of safety processes in requirements engineering. In: IEEE. **2018 IEEE 26th International Requirements Engineering Conference (RE)**. [S.l.], 2018. p. 358–363.

VOLBERDA, H.; BOSCH, F. A. V. D.; HEIJ, K. **Reinventing Business Models: How firms cope with disruption**. [S.l.]: Oxford University Press, 2018.

WU, Y.; ZOWGHI, D.; PENG, X.; ZHAO, W. Towards understanding requirement evolution in a software product line an industrial case study. In: IEEE. **2012 First IEEE International Workshop on the Twin Peaks of Requirements and Architecture (TwinPeaks)**. [S.l.], 2012. p. 7–14.

WU, Y.; ZOWGHI, D.; PENG, X.; ZHAO, W. Towards understanding requirement evolution in a software product line an industrial case study. In: IEEE. **2018 First IEEE International Workshop on the Twin Peaks of Requirements and Architecture (TwinPeaks)**. [S.l.], 2018. p. 7–14.

YAHAYA, J. H.; DERAMAN, A. Measuring unmeasurable attributes of software quality using pragmatic quality factor. In: IEEE. **2010 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology**. [S.l.], 2010. v. 1, p. 197–202.

ZANONI, M.; PERIN, F.; FONTANA, F. A.; VISCUSI, G. Pattern detection for conceptual schema recovery in data-intensive systems. **Journal of Software: Evolution and Process**, Wiley Online Library, v. 26, n. 12, p. 1172–1192, 2014.

ZOWGHI, D.; GERVASI, V. The three cs of requirements: Consistency, completeness, and correctness. **Proceedings of 8th International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, (REFSQ'02)**, 04 2003.

ZOWGHI, D.; GERVASI, V. On the interplay between consistency, completeness, and correctness in requirements evolution. **Information and Software technology**, Elsevier, v. 45, n. 14, p. 993–1009, 2015.

APÊNDICE A – POSTER PUBLICADO NO SBQS 2016

Figura 15: Publicação SBQS 2016

WASHES 2016

I Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software

Avaliação da Aplicação do Modelo Iterativo Incremental na Segmentação de Solicitações de Desenvolvimento de Software



Edneuci Denise Audacio (UTFPR), Anna Paula de A. Lande (UNOPAR), Rebeca Teodoro da Silva(UTFPR), Elias Canhadas Genvigir(UTFPR),

E-mails: deniseaudacio@gmail.com, araujolande.anna@gmail.com, rebeca.teodoro@gmail.com, elias@utfpr.edu.br

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Este trabalho tem como propósito apresentar o uso do modelo Iterativo Incremental como ferramenta de apoio no processo do desenvolvimento de software de forma a colaborar com a redução de erros. O uso do modelo proposto propiciou um melhor detalhamento em um processo lógico e sequencial, que beneficiou a programadores e analistas de testes

MÉTODOS



Figura 1 – Método empregado

Observa-se que, antes da aplicação da prática de fragmentação uma solicitação do cliente era atendida com uma única ordem de serviço (O.S), fato que dificultava o entendimento para os desenvolvedores, analistas, e equipe de teste.

RESULTADOS

A primeira análise foi realizada nos projetos 129 e 130. A princípio, identificou-se a quantidade de solicitações concluídas, um total de 164. Após o fechamento dos projetos, constatou-se a necessidade de confecção de 83 O.S de correções, correspondente a 50,6% dos esforços totais, como pode ser observado na tabela 1.

PROJETO	QUANTIDADE O.S	QUANTIDADE CO	%CO
129	79	43	54
130	85	40	47

Tabela 1. Quantidade de Ordem de Serviço por Ordem de Serviço de Correções utilizando o modelo tradicional.

Na segunda análise, observou-se que após a adoção do modelo Iterativo Incremental, houve aumento de 34,6% no volume de abertura das Ordens de Serviços encaminhadas ao departamento de desenvolvimento, decorrente da segmentação realizada, como pode ser observado na tabela 2.

PROJETO	QUANTIDADE O.S	QUANTIDADE CO	% CO
131	224	85	38
132	250	40	16

Tabela 2. Quantidade de Ordem de Serviço por Ordem de Serviço de Correções utilizando modelo proposto

Após a adoção do modelo em Proposto houve uma redução considerável na abertura de O.S. de correção. Desta forma com a adoção do modelo Iterativo Incremental, houve m um melhor direcionamento de horas para manutenção e inovação do que os gastos dispendiosos com as correções frequentes do modelo tradicional. Tais informações podem ser observadas no Gráfico 1 e Gráfico 2.

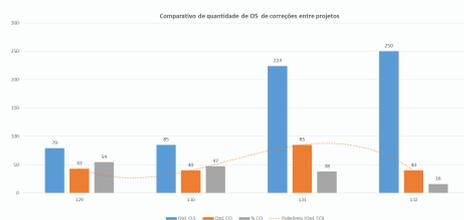


Gráfico 1 - Comparativo entre Versões

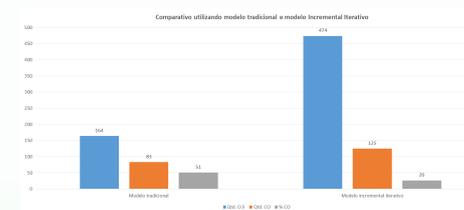


Gráfico 2 - Comparativo utilizando modelo tradicional e modelo Iterativo Incremental

CONCLUSÕES

Conclui-se que, por meio da adoção do modelo Iterativo Incremental e da fragmentação das solicitações do cliente em múltiplas O.S, que permitiram incluir um maior nível de detalhamento, criou-se condições para a melhoria da compreensão por parte do desenvolvedor e também mais eficácia na realização dos testes, que se tornaram mais pontuais e específicos, reduzindo a quantidade de retrabalho.

REFERÊNCIAS

- Atkinson, C., Hummel, O. (2012) "Iterative and Incremental Development of ComponentBased Software Architectures", CBSE '12 Proceedings of the 15th ACM SIGSOFT Symposium on Component Based Software Engineering, p.77-82.
- Bolchini, C., Quintarelli, E., Salice, F., Garza, P. (2013) "A Data Mining Approach to Incremental Adaptive Functional Diagnosis", International Symposium on Defect and Fault Tolerance in VLSI and Nanotechnology Systems (DFTS), p.13-18.
- Harrold, M. J. (2000) "Testing a roadmap", Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering (ICSE), p. 61-72.
- Thakurta, R., Frederik, A. (2010) "Understanding Requirements Volatility in Software Projects-An Empirical Investigation of Volatility Awareness, Management Approaches and their Applicability." System Sciences (HICSS), 43rd Hawaii International Conference on, p.1-10.

SBQS

15º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE

MILÍO - 11 AGOSTO - 19 AGOSTO 2016

24 X 27000 CMERC - 2016

APÊNDICE B – ARTIGO PUBLICADO NO WER 2021

A Method to Evaluating Consistency, Completeness and Correctness in Evolution Requirements

Edneuci Denise Audacio¹, Katia Romero Felizardo¹, Luiz Gustavo Ferreira Aguiar³, Rebeca Teodoro da Silva³, and Elias Canhadas Genvigir²

¹ Federal University of Technology – Parana - Campus Cornélio Procópio - Brazil

² Federal University of Technology – Parana - Campus Londrina - Brazil
{katiascannavino,elias}@utfpr.edu.br

³ Tribunal de Justiça do Estado do Paraná - TJPR
{luiz.aguiar, rebeca.teodoro}@tjpr.jus.br

Abstract. Changes in the domain in which a specific software was developed can generate a demand for new requirements known as requirements evolution. However, it is expected that these will be specified in a consistent, complete and correct manner. This work defines a method that makes it possible to assess the consistency, completeness and correctness of requirements defined during the software evolution. The developed method is composed of two phases: (1) analysis of units of information, i.e., the analysis of each requirement and its domain; and (2) analysis of these items through indicators for consistency and completeness. For verification purposes, the method was applied through a case study in a software company and, the results presents positive indicators for the improvement of quality in requirements evolution. The project, object of this study, originally had a high rework load, that is, correction in the codification of the requirements of the case study. Through the application of the method, it was possible to identify that most of the evaluated requirements, which presented inconsistency or completeness problem, were associated with rework efforts.

Keywords: Requirements Engineering · Requirements Evolution · Requirements Domain · Requirements Assessment.

1 Introduction

It is known that the basis for a good software development is related to the quality of the requirements attributes [4] [16]. Identifying the right requirements is an arduous and iterative task, where requirements engineers must respond to the dual challenge of discovering and formalizing the wants and needs that customers are usually able to define only in a confused and incomplete way [10].

Initially, the requirements are raised through dialogues with customers, being, in most cases, represented in natural language, in which the customer exposes his/her anxieties, needs and his/her perception on the problem, while the

requirements engineer employs techniques with the objective to identify the requirements and aspects related to the domain [8].

In the same sense, Kamalrudin [12] and Ferrari [8] suggests that the requirements written in natural language are by definition ambiguous, and may induce inaccuracy, inconsistency and incompleteness. However, it is expected that the requirements of a project are clearly defined in a consistent, complete and correct way, in order to enable the comprehension and understanding of the requested needs, as well as the validation of these by the client with the certainty that they were correctly attended to.

The quality elements of requirements described in natural language can be evaluated through consistency, completeness and correctness considering the information domain of these requirements [22].

The objective of this study is to define a method that allows to assess the consistency, completeness and correctness of requirements defined in Service Orders (S.O.), which were previously raised in a software development company. The presented method is composed of two phases based on the analysis of the Units of Information (U.I.), that constitute each requirement, and its information domain. After the definition, the method was applied to real requirements and its results show positive indications for evaluating quality parameters in requirements.

Other studies have been carried out to assess the consistency, completeness and correctness of the software requirements. Saito et al. [17] propose a basic methodology based on a checklist and reports to verify and validate the consistency and correctness of the requirements. In turn, the Case-BasedReasoning (CBR) technique developed by Jani et al. [11] aims to validate whether the standards and requirements procedures are being followed within the requirements specification phase, but the technique only observes whether the verified requirements reached or not the quality attributes, do not cause failures, defects or even the lack of requirements. On the other hand, Saito et al. [17] propose that after verification, a note is made on items that need improvement.

Muriana et al. [13] present the QualiCes method (Quality via Consistency in Software Specifications) which aims to verify the consistency between the documents. However, the method is limited to analyzing the use cases that have prototypes, it is a restriction, since it is not always possible to produce prototypes from the use cases.

Genova et al. [10] emphasize the consistency and completeness of the requirement quality attributes by analyzing the textual quality of requirements, using formal requirements documents as input data. In this same perspective, Soares and Moura [19] present the use of a writing methodology for the requirements specification, using the ERS-EDITOR software, which is based on the construction of an expanded lexicon of language.

To reduce the inconsistency generated by the use of natural language, Fockel and Holtmann [9] use a requirements documentation approach that applies to the so-called requirements patterns as Controlled Natural Language (CNL). CNL re-

stricts the expressiveness of natural language (NL) to allow automatic processing of requirements, while still keeping them comprehensible to all interested parties.

In order to restrict the inconsistency and incorrectness of the requirements extracted from the use of natural language, Palomares et al. [14] present the use of a tool called PABRE, which is based on requirements elicitation standards. The tool PABRE consists of accumulating experience of requirements with similar purposes and, from them, deducing a refined model of well-formed requirements and with spaces reserved for extension points. In addition, each model is enriched with detailed metadata, which is structured according to an organization based on form templates.

It is worth mentioning that the method proposed in this article proposes an evaluation of the consistency, completeness and correctness of the requirements registered in the requirements specification artifacts, having as a principle, the fragmentation of requirements into units and their analysis together with their information domain.

2 Concepts

The consistency of a requirement refers to situations in which a specification does not contain internal contradictions, being a property of a certain knowledge that implies in mutually exclusive declarations and without confrontations of the terminology [18] [5] [21].

In many cases, inconsistency between requirements can be related to incorrect actions, conflict between requirements, weak dependencies and even the lack of ability of users to describe the real need, as well as the lack of understanding of analysts [12] [15]. In other words, depending on the specified rule or relationship being considered, any defect in a specification, such as a lack of clarity and understanding of the writing, may be termed inconsistency. Therefore, these complications often represent incomplete requirements [12].

Among the reasons for the occurrence of inconsistencies, one can also include different: linguistic uses, development strategies and points of view of the participants, and the degree of overlap that exists in the areas of concern of different stakeholders, which may also lead to incomplete requirements [21].

The consistency of a requirement is directly related to its completeness, since for a requirement to be complete, it must contain at least three characteristics, namely: 1) No information should be left as undeclared, undetermined or unrelated to the domain; 2) The information must not contain objects, entities or indefinite terms, that is, each operation or condition must be constructed using syntax and semantic rules and 3) No information must be absent, that is, all parts or units must be present and each part or unit must be fully developed [3] [6] [18].

If a requirement is incomplete by any other definition, developers are likely to make assumptions about the intended behavior, and those assumptions can lead to misunderstandings and, therefore, a product that does not meet the requested need [6]

There is a need for the correct description, without bias, of requirements because attempts to increase the completeness of a requirements specification can impact the decrease in consistency and, therefore, affect the correction of the final product. On the other hand, increasing the consistency of the requirements tends to reduce the completeness and consequently decrease the correction [20]. Regarding correctness it is considered that a requirement is correct if it is declared as consistent and complete in relation to the real needs of users [18].

Incorrect requirements can occur when the requirements do not accurately reflect the facts or erroneous predictions about future states. Zowghi and Gervasi [22] refer to the correction of requirements as being a combination of consistency and completeness, being also often defined by the customer as the satisfaction of certain commercial objectives.

It is observed that considerations to be made about consistency and completeness go through the analysis of the domain in which the requirements are found. In this way, a considerable part of the requirements engineering efforts are in analyzing and representing the existing information in the knowledge domain. In other words, a good part of the requirements of a software constitute a subset of information from it is domain and the analysis requirements quality elements is intrinsically linked to the understanding of the domain.

One of the techniques used to better understand the domain is called domain modeling, which can provide an increase in communication between customers and requirements engineers and, consequently, facilitate the understanding of the real need of the stakeholder [21]. In many cases, modeling the application domain is adopted to develop a conceptual model in order to direct analysts directly to the customer's real needs.

Another important role of domain modeling is associated with changes in requirements. Some authors suggest that in iterative development cycles, with each increment in requirements, these cannot contradict the domain so that consistency and completeness are maintained [2] [15] [18] [22] [21]. In this context, requirements are rarely defined at once, and in many cases, the requirements are achieved through the progressive evolution of a previous version of the same requirements or even the evolution of the software, in order to reflect a greater understanding of customer needs [1] [5] [7] [21]. In the same way, the domain evolves, since there will be a deepening of the client's real needs.

Another aspect is that after the completion of the software development, changes in the domain may occur, generating the need for evolution in the software. Such needs are presented as requirements evolution. The role of the software's evolution requirements is to determine which relationships they wish to maintain between the elements of a certain domain [12]. In an already completed software, the collection of the requirements evolution does not always occur as in the elicitation of a new product. Customer service channels such as chats, call center services, e-mails and other distance services are often used. One way of recording these evolution requirements, received by the service channels, is through Service Orders (O.S.) in which the requests from stakeholders are the inputs to the beginning of the process of specifying these requirements.

An S.O. may have the following information: 1) Customer request; 2) Technical identification and analysis for developers; 3) Identification of the module that needs correction or implementation; 4) Detailing of the activities involved; 5) Control of identification of those involved in the analysis process, development and others involved in the request; 6) Indication of estimated and realized hours for the development of the request; 7) Project and version information that will be contemplated the request of the correction or implementation; 8) Images or prototyping to assist in the process of understanding the request for correction or implementation and finally; 9) The instruction for the user regarding the implementation or correction carried out.

3 Method

As can be observed in Figure 1, to assess completeness, consistency and correctness in the requirements evolution, presented in S.Os, a method was developed based on two phases: I) Analysis of the sentences described in the Service Order and II) Assessment of consistency, completeness and correctness in the sentences.

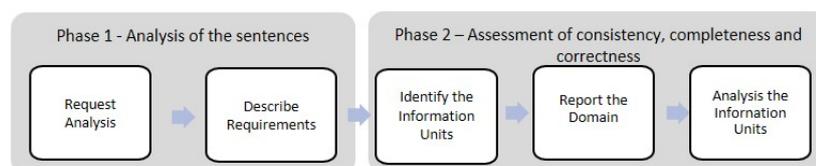


Fig. 1: Conceptual phases of the method and its main activities

3.1 First Phase of the Method - Analysis of the Sentences

In an S.O. the request is written in natural language, with the transcription occurring fully as described by the stakeholder. As shown in Figure 2, in the first phase, the description of the request is analyzed, in order to understand and interpret the stakeholder's need. In the sequence, the request is broken down into requirements. After this step, a description of the request domain is elaborated to allow the analysis of the Units of Information that are extracted from the requirements. A requirement may consist of one or more units of information and an S.O. may have one or more customer requests. Each request can generate one or more units of information that can compose one or more requirements as well as additional information to the domain.

The term Units of Information (U.I.) refers to two types of information that the customer may wish to articulate throughout the dialogues: 1) the software requirements and 2) aspects related to the software domain. Therefore, the articulation of an units of information is the fragment of speech in which the customer expresses a software requirement or additional information to the domain [1][8].

6 Audacio E.D. et al.

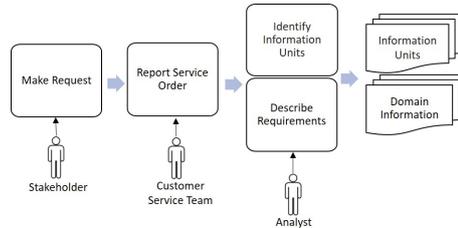


Fig. 2: Relationship between S.O., Units of Information and requirements

The identification of an Units of Information is carried out in three phases of a mental structure: interpretation, acceptance and accessibility[1]. When completing the model reading, it should be noted whether the stakeholder transmits an unit of information, which represents any information related to the software requirements or domain knowledge. This Units of Information must be interpretable, acceptable and accessible by the requirements analyst, so that the communication takes place efficiently [1].

In the interpretation phase, the possible meanings for each Units of Information received are assigned by the requirements analyst or engineer. In the acceptance phase, the analyst selects the interpretations received in his/her mental structure, whether or not they can be accepted. Finally, the accessibility process is analyzed and verified, where the results produced by the requirements analyst are consistent with the information requested by the user [1] [8]. These phases can be seen in Figure 3, in which the Process Model for accessing an Units of Information is presented.

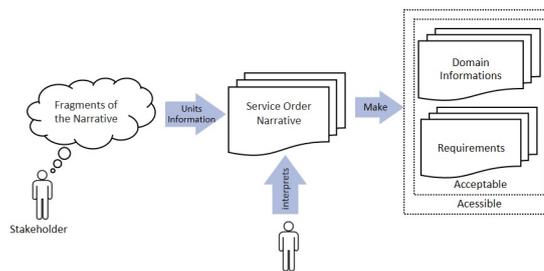


Fig. 3: Analisis of Units of Information

3.2 Second Phase of the Method - Assessment of Consistency, Completeness and Correctness

The second phase of the method consists of the assessment of the consistency, completeness and correctness of the requirements occurring by the evaluation of these items in the units of information that compose the requirements. To this end, a set of questions was elaborated, three of consistency and three of completeness. The questionnaire was based on the literature [1] [3] [5] [6] [8] [18] [21] [22].

The questions related consistency analysis are: 1) The units of information must not be contradictory with each other or with the domain; 2) Declarations must be mutually exclusive; 3) There should be no confrontation of terminology or terminology that causes doubts or misinterpretation [1] [5] [6] [18] [21].

The questions for completeness analysis are: 1) All information regarding the requirement must be declared in the domain; 2) The information must not contain objects, entities or indefinite terms; 3) No information should be missing [3] [6]. If a unit of information and/or need is consistent and complete, it will be correctly declared [6] [18] [21] [22].

In turn, the assessment of the requirement correctness occurs through consistency and completeness indicators. A requirement is correct if it is stated as consistent and complete, that is, the combination of both. In this way, initially, consistency and completeness are evaluated, and the requirement will be correct if these two indicators are positive, otherwise the requirement is considered incorrect.

Each unit of information is evaluated according to the criteria established by the questions. As an example for the application of the method, a S.O. was considered with a request made by a customer, separated in requirements and by its units of information and the description of the request domain (see Table 1).

Table 1: Example of the first phase of the method

Customer Request		
When registering tire brands, the software is allowing the inclusion of special characters and should allow changes to be made to the registration of a tire brand if there are no tires with a history of movement. The software displays an “ERROR” message when deleting a tire.		
Requirements	Detailing	Units of Information
RE1	On the Tire Brand Registration screen, the brand field accepts special characters	U.I.1
RE2	The system should not allow a tire record to be changed if it has not already been associated with any other record in the system.	U.I.2
RE3	When trying to delete a brand, which has already been used, the system should display a message whose title is “ERROR”.	U.I.3

Domain details – Tire Registration

Tire information is used by the purchasing software and carriers’ maintenance. Therefore, it is necessary to perform the correct registration of the tires and observe various information. Every tire has a unique identification number and cannot be duplicated. The tires have a brand (manufacturer), model and dimension, and each brand can have several models. The description of the brand name can be simple or composed, and must not contain special characters such as: @, #, \$, %, &, *, (, or space. However, the description of the tire model name can be simple, composed and can have letters, numbers and symbols: + and /. A tire has a dimension that is the size of the tire characterized by width, height, type of construction and rim. composed of letters, numbers and the symbols of / and points. When registering a tire, it is linked with its respective brand, model and dimension. If a tire is linked to a vehicle, its registration must not allow changes and exclusion and if the user tries to make changes or exclude the tire, the system should provide an “ALERT” message that the tire is already in a vehicle. The software should allow alteration and exclusion of the brand, model and dimension of the tire as long as there is no tire movement in vehicles and must not accept alteration of the tire number, even if there is no movement, in case of error you must delete the registration and redo it.

It is observed that, for this example, each Requirement has one Unit Information. Thus, RE1 is an abbreviation to Requirement 1 which, in turn, has a unique Unit Information - U.I.1. However, a requirement can be composed of more than one unit information.

After the domain description, the Units of Information are analyzed for consistency and completeness issues. It was observed that, for the example presented in Table 2, each requirement contains a single U.I.

Table 2: Analysis of the Units of Information contained in the requirements of Table 1

Units	Consistency Questions			Consistency Result	Completeness Questions			Completeness Result	Correctness Result
	Q1	Q2	Q3	U.I.	Q1	Q2	Q3	U.I.	
U.I.1	✗	✓	✓	Inconsistent	✓	✓	✗	Incomplete	Incorrect
U.I.2	✓	✓	✓	Consistent	✓	✓	✓	Complete	Correct
U.I.3	✗	✓	✗	Inconsistent	✓	✗	✗	Incomplete	Incorrect

In this case, each U.I. make up an only requirement. Regarding consistency, the first question presents “the requirements cannot be contradicting each other nor with the domain”. However, the units of information U.I.1 and U.I.3 showed inconsistency with the domain. Concerning U.I.1 in the description of the domain, it was stated that in the registrations of brand and model of tires they cannot contain special characters, and for U.I.3 there is a mention in the domain for an alert message in case of attempts of alteration or exclusion, which makes the unity to be contradictory with the domain. Regarding the second question in which “the declarations must be exclusive”, the three units of information were declared to be consistent because there were no undefined declarations, even though U.I.1 and U.I.3 were contradictory to the domain. And finally, regarding question number three, which stated that “there should be no confrontation of terminology or terminology that causes doubts or misinterpretation” U.I.3 caused doubt or misinterpretation and the others were considered consistent.

In the application of the questions regarding completeness, the first question recommended that “all information referring to the requirement must be declared in the domain”, i.e., all units of information were classified as complete because the domain presents all the information described in the requirements. In question number two it was affirmed that “the requirement cannot contain indefinite terms or objects”. In what concerns it, U.I.3 presented the term “ERROR” which was not defined, while the other units were classified as complete because they did not have indefinite terms. Moreover, question three showed that “no information should be missing”. It was observed that U.I.1 had missing information, since the declaration of what a special character is, is incomplete, both in the requirement and in the domain, and U.I.3 did not describe the term “ERROR” and it is also not presented in the domain.

Only requirement two was considered correct while requirements one and three are considered incorrect because their units of information presented, in some of the evaluated issues, inconsistency or lack of completeness.

4 Applying the Method

In order to evaluate the method application, the analysis was carried out in real cases in a company. The company, object of this study, develops software for the transport and logistics area and has 13 employees, including programmers, analysts and managers, four developers, a project manager, two quality analysts, a deployment analyst, a support manager and four technicians in the support department. It was observed that the company had a constant need for corrections and coding rework in requests for new implementations submitted by customers. Therefore, the objective was to understand the quality of the generated S.O. to identify whether the coding rework could originate from the quality of the S.O. descriptions. As an implementation process, new requests are collected by chat or telephone and described in S.Os. A new integration or software module is initiated after collecting enough requests to generate a development interaction lasting a maximum of 60 days.

This study selected, in a period of 60 days, 85 S.Os., related to a project of modifications, corrections and new demands, in a system in the area of logistics, which generated a total of 276 hours of coding. As summarized in Table 3 and Figure 4, after the implementation and acceptance tests, with the users, it was identified that 52 S.Os. (61.2%) were associated with some type of correction and only 33 S.Os. (38.8%) had no association with correction. The corrections generated, due to failure to meet customer expectations or implementation errors, generated an additional of 122 hours of coding work totaling 398 hours on the project, i.e., an increase of 44% hours of rework over time initial coding of the Project.

Table 3: Quantitative of the S.Os. considered for testing the method

Service Order	S.O. Quantity	S.O. (%)	Coding hours	Hours(%)
Initial total	85	100%	276	100%
Linked to rework	52	61.2%	186	67%
Not reworked	33	38.8%	90	33%
Corrections	0	10%	122	44%

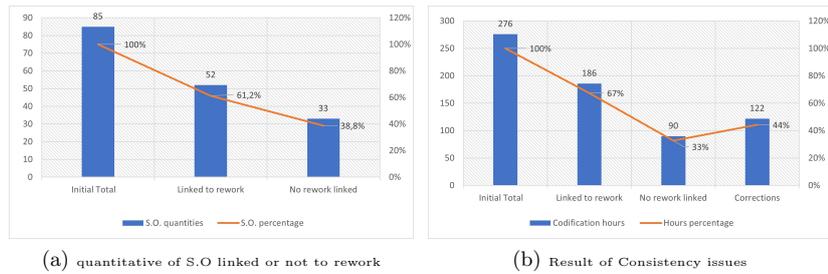


Fig. 4: Individual result of the evaluation questions of the Units of Information in the second phase of the method.

The 85 S.Os. generated 99 requirements that were analyzed as U.I. during the first phase of the method. The goal was to identify and assess whether the units of information are interpretable, acceptable and accessible by the requirements analyst, obtaining 151 U.I. For each S.O., the domain to be used to analyze the questions of the second phase of the method was described.

The second phase consisted of applying the questionnaire, with questions of completeness and consistency, for each of the U.I. As an overall result of this analysis, it was observed that 89 units were consistent, 118 were incomplete which, consequently, led to non-correctness. Thus, 118 units were incorrect and only 33 were correct, as can be seen in Figure 5.

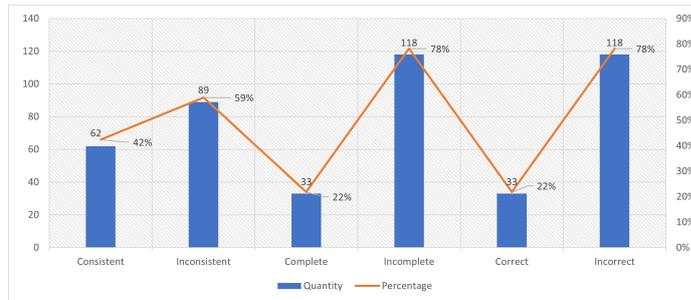


Fig. 5: Analysis of the first and second stages of the 151 Units of Information

When applying the questionnaire to the units of information, it was identified that some requirements contained units of consistent information, however in most cases they were incomplete, which led to inaccuracy. These data can be observed when considering the individual analysis of the questions of correctness and completeness. As illustrated in Figure 6(a), the analysis of the three

12 Audacio E.D. et al.

questions about consistency, the first question (The Units of Information or requirements must not be contradictory with each other nor with the domain) presented as a result that 103 Units of Information presented themselves without problems of contradiction to the domain while 48 had some kind of problem. The second question (Statements must be mutually exclusive) pointed out that 121 Units of Information were mutually exclusive, while 30 did not have this characteristic and, in turn, the third question (There should be no confrontation of terminology or terminology that causes doubts or misinterpretation) showed that 85 Units of Information did not have problems with doubts or misinterpretation related to terminology while 66 units had this type of problem.

Figure 6(b) shows that considering the first question related to completeness (All information referring to the requirement must be declared in the domain) obtained 89 units of information had their information declared in the domain while 62 did not. In the second question (The information should not contain objects, entities or indefinite terms), it was pointed out that 75 Units of Information had their information defined in the domain, while 76 presented some type of indefinite terms. Finally, the third question on completeness (No information should be missing) indicated that 52 Units of Information did not present an absence of information and 99 presented some type of lack of information.

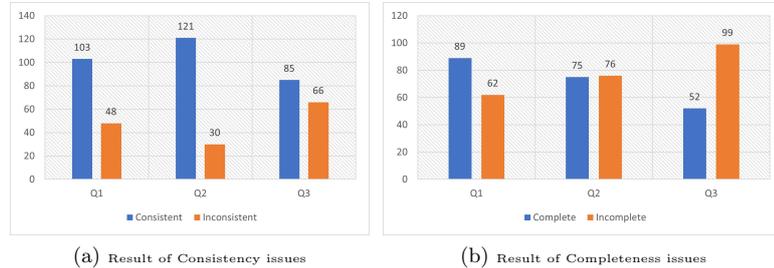


Fig. 6: Individual result of the evaluation questions of the Units of Information in the second phase of the method

5 Conclusion

When evaluating the 99 requirements, present in the 85 S.Os., it was observed that 36 were correct and of these, only 2 had some rework associated with them, i.e., 34 correct requirements have no rework. It can be observed that the method pointed out that 63 requirements presented some type of problem indicated by the the units of information analysis, indicating flaws of inconsistency or completeness leading to incorrectness. Thus, the 122 hours of rework were associated

with 63 requirements with some type of problem and only 2 requirements considered correct.

The application of the method proved to be feasible to assess the defined requirements. The application of the method makes it possible to assess the existence of problems during the registration and analysis of requirements, i.e., problems associated with the process of requirements evolution. The information collected during the method applying can be useful for teams monitoring the process improvement, offering a valuable indicator of the before and the after of this practice.

It was observed that, unlike the development of a new software, in which the requirements activities present a greater demand of effort and concentration of the requirements engineers in the initial activities of the software development, the requirements evolution presents new demands in sparse periods. The method recommends, in its first phase, the description of the domain section, in which the requirement is inserted. This description can be positive for an analysis and a description of the requirements in the maintenance phases. In conclusion, the first phase of the method can also be used to conduct a better analysis of requirements.

References

1. Aguiar, L.G.F., da Silva, R.T., Genvigir, E.C., Fabri, J.A., L'Erário, A.: Um modelo para tratamento de ambiguidades em requisitos de evolução de sistemas jurídicos baseado em mapeamento conceitual. In: CIBSE. pp. 380–393 (2016)
2. Avdeenko, T., Pustovalova, N.: The ontology-based approach to support the completeness and consistency of the requirements specification. In: International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). pp. 1–4. IEEE (2015)
3. Boehm, B.W.: Verifying and validating software requirements and design specifications. *IEEE Software* **1**(1), 75 (1984)
4. Chen, X., Zhang, W., Liang, P., He, K.: A replicated experiment on architecture pattern recommendation based on quality requirements. In: 5th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS). pp. 32–36. IEEE (2014)
5. Cordes, D., Carver, D.: Evaluation method for user requirements documents. *Information and Software Technology* **31**(4), 181–188 (1989)
6. Davis, A., Overmyer, S., Jordan, K., Caruso, J., Dandashi, F., Dinh, A., Kincaid, G., Ledebor, G., Reynolds, P., Sitaram, P., et al.: Identifying and measuring quality in a software requirements specification. In: 1st International Software Metrics Symposium. pp. 141–152. IEEE (1993)
7. Ferrari, A., Spoletini, P., Gnesi, S.: Ambiguity as a resource to disclose tacit knowledge. In: 23rd International Requirements Engineering Conference (RE). pp. 26–35. IEEE (2015)
8. Ferrari, A., Spoletini, P., Gnesi, S.: Ambiguity cues in requirements elicitation interviews. In: 24th International Requirements Engineering Conference (RE). pp. 56–65. IEEE (2016)

