

Melhoria Contínua do Processo de Engenharia de Requisitos em um Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

Abstract. *This study reports on the experience of improving Requirements Engineering (RE) of a Research and Development (R&D) project aimed at developing a platform for text analysis using Artificial Intelligence (AI). Initially, some issues were identified, including unclear requirements, ineffective communication among stakeholders, and inadequate documentation. To address these challenges, we implemented the expected results of the Reference Model for Software Process Improvement (MR-MPS-SW) to guarantee quality in the RE practices followed. The results indicate a significant reduction in requirement changes, increased stakeholder satisfaction, and improved clarity of documentation. Finally, it is concluded that the implemented improvements contributed decisively to the project's success, providing valuable insights for future R&D projects.*

Keywords— *Requirements Engineering, Process Improvement, Research & Development.*

Resumo. *Este estudo relata a experiência de melhoria contínua da Engenharia de Requisitos (ER) de um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) que visa desenvolver uma plataforma para análise de texto usando Inteligência Artificial (IA). Inicialmente, alguns problemas foram identificados, incluindo requisitos pouco claros, comunicação ineficaz entre as partes interessadas e documentação inadequada. Para lidar com esses desafios, implementou-se os resultados esperados do Modelo de Referência para Melhoria de Processos de Software (MR-MPS-SW) para garantir a qualidade nas práticas de ER seguidas. Os resultados indicam uma redução significativa nas mudanças de requisitos, aumento da satisfação das partes interessadas e melhoria da clareza da documentação. Por fim, conclui-se que as melhorias implementadas contribuíram decisivamente para o sucesso do projeto, fornecendo insights valiosos para futuros projetos de P&D.*

Palavras-chave— *Engenharia de Requisitos, Melhoria de Processos, Pesquisa e Desenvolvimento.*

1. Introdução

O desenvolvimento de software é uma atividade essencial em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), pois possibilita avanços tecnológicos ou científicos [IBGE 2020]. Nesse sentido, é necessário entender e refinar claramente os requisitos antes de passar para a fase de implementação [Santos et al. 2016]. No entanto, os requisitos nem sempre são claros no início dos projetos de P&D devido à alta incerteza que caracteriza esse tipo de projeto. Esta incerteza geralmente ocorre nas fases iniciais do projeto, quando é necessário um grande esforço nas tarefas de imersão no domínio e pesquisa tecnológica [Barroca et al. 2015].

Nesse contexto, a busca por processos de melhoria e a adoção de modelos e padrões de qualidade tem se tornado cada vez mais relevante na Engenharia de Requisitos (ER) [Carvalho et al. 2023] [Rego e Neto 2015]. Assim, a adoção de um programa e/ou

modelo de melhoria em processos de software apoia a qualidade e a eficácia dos projetos de software [Linhares e Leite 2019]. Uma iniciativa de destaque no cenário nacional é o MPS.BR, um programa que visa alcançar a melhoria contínua e avaliar a qualidade de software no Brasil [SOFTEX 2023]. Ele possui um processo de Engenharia de Requisitos (REQ) que pode ser aplicado para melhorar a maturidade e a capacidade do processo executado em projetos de P&D.

Este artigo tem como objetivo apresentar uma análise do processo de ER em um projeto de P&D da perspectiva dos membros da equipe de requisitos. Um estudo de caso foi conduzido com seis bolsistas que trabalham como engenheiros de requisitos para identificar os desafios, benefícios e possíveis melhorias vivenciadas no processo de ER no projeto-alvo. Com base nas evidências coletadas, ações de melhoria foram propostas para o processo de ER com base nos resultados esperados do processo REQ do Modelo de Referência para Melhoria de Processos de Software (MR-MPS SW) [SOFTEX 2023].

Além da seção introdutória, a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados. A Seção 3 detalha o processo de definição e condução do estudo de caso. A Seção 4 discute os resultados obtidos da equipe de requisitos do projeto-alvo no estudo de caso. Finalmente, a Seção 5 descreve as considerações finais do trabalho e as contribuições esperadas para o campo de ER em projetos de P&D.

2. Trabalhos Relacionados

Projetos de P&D envolvem trabalho criativo realizado por uma instituição, de forma sistemática, para expandir seu conhecimento e utilizar esse conhecimento para desenvolver novas aplicações, como produtos e processos tecnologicamente novos ou aprimorados [IBGE 2020]. Segundo [Mayrink e Cavalcante 2022], para que os projetos de P&D continuem crescendo de forma sustentável no Brasil, diversas ações são necessárias, tais como: i) buscar soluções para problemas concretos da sociedade; ii) aumentar o número de bolsas de mestrado e doutorado oferecidas; iii) elevar os investimentos em P&D realizados pelos setores público e privado; e iv) reduzir as desigualdades regionais no país.

Alinhado com essas ações, o Ministério da Educação (MEC) em parceria com o Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais (NEES) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) (relacionado à ação iii), iniciou em dezembro de 2021 um projeto de P&D que tem contribuído para a implementação de práticas de ensino que potencializam a qualidade da educação com equidade (relacionado à ação iv). O objetivo principal é criar um recurso de correção automática de aspectos gramaticais do texto e identificar o nível de escrita para alunos em processo de alfabetização, utilizando ferramentas de IA [Portela et al. 2023].

A produção de textos é considerada a base para avaliar o nível de compreensão e conhecimento dos alunos da educação básica. No entanto, o volume de textos produzidos pelos alunos, necessário para desenvolver essa habilidade adequadamente, pode sobrecarregar os professores responsáveis por suas correções (relacionadas à ação i). Nesse contexto, o projeto-alvo criou uma plataforma que permite digitalizar os textos dos alunos e enviá-los para um banco de dados para extração e análise do texto por meio de algoritmos de IA. Dada a natureza inovadora do projeto, há constantes mudanças de requisitos e dificuldades na comunicação assíncrona entre equipes que trabalham remotamente.

A equipe de desenvolvimento do projeto segue um processo baseado nos *frameworks Rational Unified Process (RUP)* e SCRUM. Esse processo híbrido traz muitas vantagens, como permitir uma definição clara dos stakeholders, especificar requisitos com clareza detalhada, realizar ciclos de desenvolvimento iterativos e colaborar ativamente com os clientes [Cho 2009]. Assim, as equipes foram organizadas em frentes de acordo com seus papéis e áreas do processo divididas em cinco etapas, conforme mostrado na Figura 1.

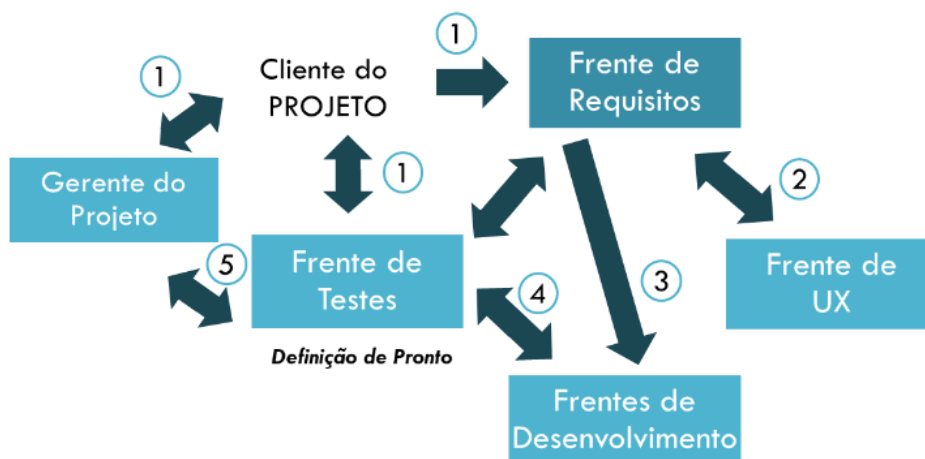


Figura 1. Fluxo de interação entre as frentes do projeto

Inicialmente, na Etapa 1, o cliente repassa as demandas para o Gerente do Projeto e para a Frente de Requisitos. Em seguida, na Etapa 2, a Frente de Requisitos, composta por 6 engenheiros de requisitos (sendo 1 líder técnico), os quais participaram deste estudo de caso. A Frente de Requisitos é responsável por elicitar e documentar as demandas a partir de Épicos e Histórias do Usuário (HUs), que são discutidas e priorizadas com a Gerente de Projeto. Esses Épicos e HUs são disponibilizados para Frente de UX que cria os protótipos de telas de alta fidelidade.

Então, na Etapa 3, o gerente faz a distribuição de tarefas para as Frentes de Desenvolvimento, de acordo com o escopo de atuação de cada uma (codificação, testes, DevOps). Na Etapa 4, o resultado (incremento de software) é disponibilizado para as frentes de Testes a fim de garantir a definição de pronto: módulos integrados e testados (unitário, funcional e usabilidade). Por fim, na Etapa 5, o gerente recebe a entrega da sprint e realiza a apresentação para o cliente.

Este relatório tem como foco a Frente de Requisitos e o trabalho de sua equipe de bolsistas (relacionado à ação ii). Após o início do projeto em janeiro de 2023, um aluno de mestrado foi alocado para a função de Engenheiro de Requisitos. Depois de dois meses, outra aluna de mestrado foi contratada. Logo em seguida, com o aumento das demandas e complexidade do projeto, uma professora doutora, especialista na área de Requisitos de Software, foi contratada para assumir a função de líder técnico de requisitos. No mês seguinte (maio), o líder recrutou mais três alunos de mestrado, consolidando a equipe com 6 membros (5 alunos de mestrado e 1 professora doutora), conforme mostra a Figura 2.

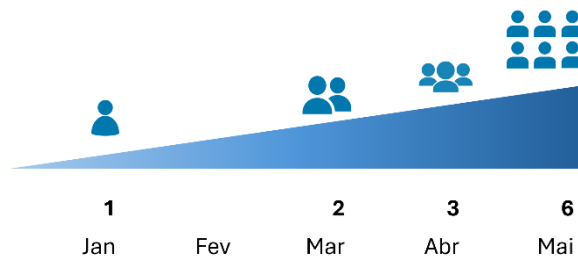


Figura 2. Formação da Frente de Requisitos

Os problemas relatados nas seções a seguir refletem esse crescimento gradual e a organização da Frente de Requisitos do projeto.

3. Estudo de Caso

Para relatar sistematicamente a experiência, foi planejado e realizado um estudo de caso sobre a melhoria do processo de ER do projeto de P&D mencionado neste artigo, a partir de um levantamento descritivo das ações realizadas e da análise qualitativa dos resultados obtidos. O estudo foi planejado e conduzido seguindo as diretrizes propostas por [Wohlin et al. 2012].

3.1. Definição e Design do Estudo de Caso

O estudo de caso é classificado, quanto ao objetivo, como exploratório, pois visa realizar a coleta e análise de dados sobre questões relativas à Engenharia de Requisitos com integrantes de uma equipe de requisitos do projeto de P&D. Adicionalmente, o estudo de caso conduzido é definido como holístico de caso único, que é uma abordagem de pesquisa qualitativa que se concentra em analisar detalhadamente um único caso dentro do seu contexto completo [Yin 2014]. E neste artigo, os dados são relativos à percepção dos integrantes da equipe de requisitos do projeto-alvo. É definido como caso único por considerar apenas os integrantes da equipe de requisitos.

Partindo desse princípio, o estudo de caso conduzido é caracterizado como holístico de caso único. O estudo de caso é definido como holístico uma vez que possui uma única unidade de análise, que neste caso é o processo de gerenciamento de requisitos. Ele é definido como caso único, pois considera apenas o projeto de P&D que realiza o gerenciamento de requisitos. A partir da definição do estudo de caso, o modelo *Goal Question-Metric (GQM)* proposto por [Basili e Weiss 1984] foi utilizado para estabelecer o objetivo do estudo de caso que pode ser resumido da seguinte forma: "**Analisar o processo de gerenciamento de requisitos com o propósito de avaliar quanto ao grau de atendimento ao REQ do MR-MPS-SW do ponto de vista dos integrantes da equipe de requisitos no contexto do projeto de P&D**".

Para alcançar o objetivo estabelecido neste estudo de caso, foram definidas duas Questões de Pesquisa (QPs):

- *QP1. Quais são os principais desafios e possíveis melhorias no projeto de P&D a partir da percepção dos integrantes da equipe de requisitos?*
- *QP2. Quais as práticas de Engenharia de Requisitos que são aplicadas no projeto de P&D?*

3.2. Condução do Estudo de Caso

A condução do estudo de caso foi dividida em duas etapas: (1) Preparação do Questionário; (2) Coleta e Análise dos Dados. Na etapa de **Preparação do Questionário (Etapa 1)**, os questionários foram disponibilizados de forma on-line, via *Google Forms*, durante três semanas (05-26 de Junho de 2023) para que os integrantes da equipe de requisitos pudessem respondê-los. Todos os seis integrantes responderam aos questionários, que continha 15 questões, sendo 3 de múltipla escolha (ME), 12 questões abertas (QA). Estas questões foram agrupadas em duas seções de acordo com os objetivos estabelecidos, sendo elas compostas por: I) Dados demográficos; e II) Engenharia de Requisitos de acordo com o MR-MPS-SW, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Questionário sobre Engenharia de Requisitos.

Seções	Questões do Questionário
I	Q1. Qual a sua idade?
	Q2. Qual o seu gênero? () Masculino () Feminino () Outros
	Q3. Qual o seu estado e cidade?
	Q4. Qual a média de experiência (em anos) na área de Requisitos? () Nenhuma () Até 1 ano () Até 2 anos () Mais que 2 anos
	Q5. Já havia atuado em algum projeto de P&D anteriormente? () Sim () Não
II	Q6. Quais os desafios de Engenharia de requisitos enfrentados no Projeto?
	Q7. O que poderia ser melhorado no projeto em relação a Engenharia de Requisitos?
	Q9. Como os requisitos são especificados?
	Q10. Os requisitos são priorizados? se sim, descreva como.
	Q11. Os requisitos são aprovados pelos fornecedores de requisitos? Se sim, descreva como.
	Q12. Os requisitos são aprovados pelos fornecedores de requisitos? Se sim, descreva como.
	Q13. A equipe técnica de desenvolvimento se compromete em implementar os requisitos? Se sim, de que forma?
	Q14. É realizada a rastreabilidade bidirecional entre requisitos e produtos de trabalho?
	Q15. Quando ocorre uma mudança nos requisitos, os planos, atividades e produtos de trabalho relacionados são revisados?

Na etapa de **Coleta e Análise dos Dados (Etapa 2)**, foi utilizado métodos diretos em que o pesquisador está em contato direto com os sujeitos e coleta dados em tempo real [Wohlin et al. 2012]. Neste contexto, para avaliar a percepção dos integrantes do projeto de P&D sobre as práticas de ER, foi realizada a imersão com a equipe de requisitos para levantamento das problemáticas e desafios que os membros do projeto têm a partir do uso de questionários estruturados na Tabela 1.

Após a coleta de dados, estes foram extraídos e tabulados em planilhas utilizando a ferramenta online *Google Sheets*. Por fim, foi realizada a análise dos dados e as principais descobertas e as lições aprendidas pela equipe de requisitos serão apresentadas na Seção 4.

4. Lições Aprendidas

4.1. Perfil da Equipe de Requisitos

A partir da coleta dos dados demográficos, foi observado que entre os seis integrantes, cinco estão na faixa de idade 20-29 anos, e somente um está na faixa de idade 30-40 anos. Quatro integrantes são do gênero masculino e dois do gênero feminino. Em relação à localização, dois integrantes residem na cidade de Belém-PA, dois em Maceió-AL, um em Dois Vizinhos-PR e um em Canoas-RS, caracterizando uma equipe geograficamente distribuída em três regiões: Norte, Nordeste e Sul.

Em relação à experiência na área de Requisitos, três dos integrantes possuem até dois anos de experiência, e três possuem mais de 2 anos de experiência. E quando questionados sobre atuação em projetos de P&D, quatro responderam que já haviam atuado, e 2 responderam que não haviam atuado anteriormente em projetos de P&D.

4.2. Desafios e Oportunidades de Melhoria

Na pesquisa realizada com a equipe de requisitos, foram identificados diversos desafios que impactam o processo de ER no projeto de P&D. Os principais problemas (Q6) mencionados são detalhados a seguir:

- (1) **Comunicação ineficaz entre as partes interessadas:** a equipe destacou que houve dificuldades em alinhar as expectativas e garantir que todos os envolvidos tivessem um entendimento comum dos requisitos e mudanças necessárias.
- (2) **Requisitos com pouca clareza:** a equipe de requisitos apontou que muitos dos requisitos iniciais do projeto não eram claros devido à sua natureza inovadora. Essa falta de clareza dificultou a compreensão completa do que era necessário, levando a interpretações variadas pelas diferentes frentes do projeto.
- (3) **Documentação inadequada:** a ausência de informações detalhadas e documentação padronizada complicou o registro de requisitos e dificultou o trabalho de desenvolvedores e testadores.
- (4) **Mudanças constantes nos requisitos:** a frequência de mudanças nos requisitos ao longo do projeto resultou em retrabalho, aumento da complexidade do planejamento e dificultaram a estabilização do escopo do projeto.
- (5) **Os requisitos não são priorizados:** A equipe mencionou também que os requisitos não foram adequadamente priorizados. A falta de priorização clara dificultou a alocação de recursos e o planejamento de atividades de desenvolvimento, impactando negativamente a eficiência do projeto.

(6) **Não há rastreabilidade entre requisitos e produtos de trabalho:** a ausência de rastreabilidade dificultou a verificação de que todos os requisitos foram cumpridos e, conseqüentemente, o processo de gestão da mudança, uma vez que não havia um mapeamento claro entre o que foi alterado e o que foi entregue.

A principal sugestão de melhoria para resolver os problemas identificados (Q7) foi a adoção de um modelo de qualidade que possa servir de base para seguir as boas práticas. Essa menção foi feita por 4 membros da equipe de requisitos que citaram diretamente o modelo MPS.BR.

4.3. Práticas de ER Aplicadas pelo Time

Em relação às práticas de requisitos (Q8 a Q15), a análise dos dados foi baseada nos resultados esperados do MR-MPS-SW, criando sete categorias relacionadas às práticas de requisitos: (i) identificação de requisitos, (ii) especificação de requisitos, (iii) priorização de requisitos, (iv) validação do entendimento de requisitos, (v) aprovação de requisitos, (vi) obtenção de comprometimento de desenvolvimento para os requisitos e (vii) revisão de requisitos. Foram contabilizadas menções a essas categorias, conforme mostrado na Figura 3.

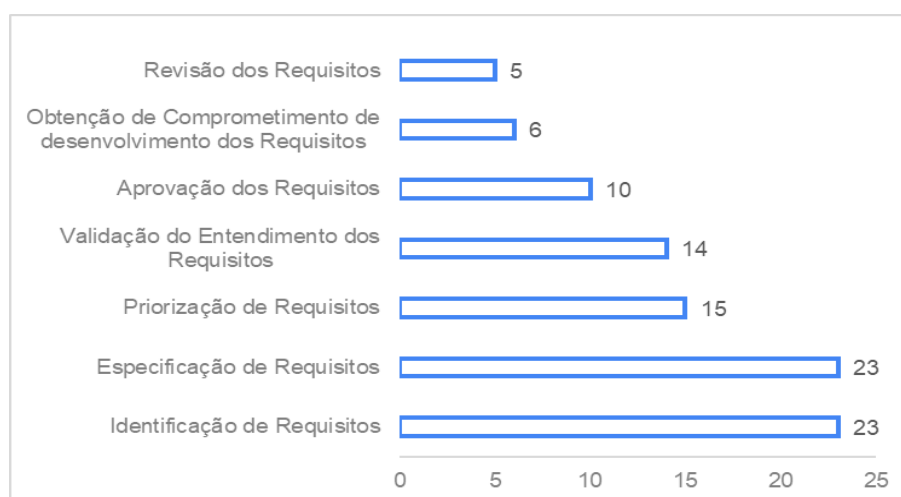


Figura 3. Número de palavras-chave por Prática de Requisitos

Realizando uma análise das respostas, quando questionados aos participantes do projeto sobre a prática de **identificação de requisitos (Q8)**, verificou-se que a realização de reuniões e entrevistas são as formas mais frequentes entre as respostas, onde os participantes destacam papéis importantes nessa prática, como clientes, *product owner*, profissionais de UX (*User Experience*) e outros *stakeholders* envolvidos.

Os resultados da análise qualitativa indicam que na **especificação de requisitos (Q9)** os participantes do projeto especificam requisitos de forma colaborativa, e em comunicação com os fornecedores de requisitos. Após essa etapa, documentam estas coletas para serem aprovadas por uma liderança direta. A seguir são apresentadas duas respostas com o entendimento dos participantes em relação à questão Q9.

O Participante 6 respondeu que os requisitos “[...] são especificados de forma colaborativa entre os Engenheiros de Requisitos do projeto e validados pela liderança de requisitos a cada atualização documental”. Já o Participante 3 complementou que a especificação é feita “[...] por meio de histórias do usuário”.

Em **priorização de requisitos (Q10)**, um requisito pode ser priorizado de diversas maneiras. Assim, os participantes tiveram a oportunidade de responder esse questionamento se os requisitos referentes aos projetos que participavam eram priorizados, e como era essa priorização. A seguir são apresentadas algumas respostas dos participantes, que apresentam sua visão quanto a esta prática.

De acordo com o Participante 1, *“A priorização de requisitos depende de diversos fatores, como valor, urgência, decisão do cliente, [...]”*. De forma complementar, o Participante 3 enfatiza que *“os requisitos são priorizados pelo cliente em reuniões de ponto de controle e levam em consideração a visão da equipe de desenvolvimento”*.

A **validação do entendimento dos requisitos (Q11)** é uma prática bem relevante e importante na área de requisitos, responsável por confirmar e validar com os fornecedores de requisitos o alinhamento do entendimento do requisito. Os participantes mencionaram que as principais formas de validação são através de reuniões de ponto de controle com os diversos *stakeholders* do projeto como clientes, desenvolvedores, *product owner* e lideranças. Um dos participantes mencionou o uso de fluxogramas, para apresentação das funcionalidades de requisitos como forma de validação do entendimento de requisitos.

A **aprovação de requisitos (Q12)** é fundamental no processo de Engenharia de Requisitos, pois permite alinhar o entendimento entre os *stakeholders*. Desta forma, os participantes responderam em sua totalidade que os requisitos identificados e especificados são sempre aprovados pelos fornecedores de requisitos, e a principal forma de validação mencionada foi em reuniões *online* de ponto de controle. No entanto, observou-se que nem todas as reuniões geram atas que evidenciam esse aceite, sendo esse um ponto de melhoria.

Quando questionados sobre o **comprometimento do desenvolvimento dos requisitos (Q13)**, as respostas indicaram em sua totalidade que a equipe se compromete em desenvolver os requisitos, após a conclusão do processo de aprovação de requisitos.

Os participantes relataram como é a forma de **revisão dos requisitos (Q14)**. No geral, informaram que são revisados, mesmo que não imediatamente. O Participante 2 respondeu que *“[...] para cada uma das etapas, são realizadas reuniões de validações com o cliente. Isso evita o retrabalho nas outras etapas. Mas, se acontecer alguma mudança que impacte as diversas etapas anteriores ou posteriores (requisitos, UX, Desenvolvimento, etc.), tudo o que estiver relacionado deve ser revisado, refeito (ou gerado um novo requisito de correção), validado e, só então, liberado para o ajuste”*. No entanto, observou-se que a equipe não faz uso de matriz de rastreabilidade (Q15).

Para sintetizar e correlacionar os desafios mencionados na Subseção 4.2 com as categorias de práticas de requisitos, um diagrama de Sankey foi criado e apresentado na Figura 4. Este diagrama é composto por barras, representando a fonte e o destino das informações, e links que mostram o fluxo entre essas barras [Lupton e Allwood. 2017]. Ao analisar o diagrama, é possível, por exemplo, correlacionar requisitos pouco claros com a categoria Validação de compreensão de requisitos.

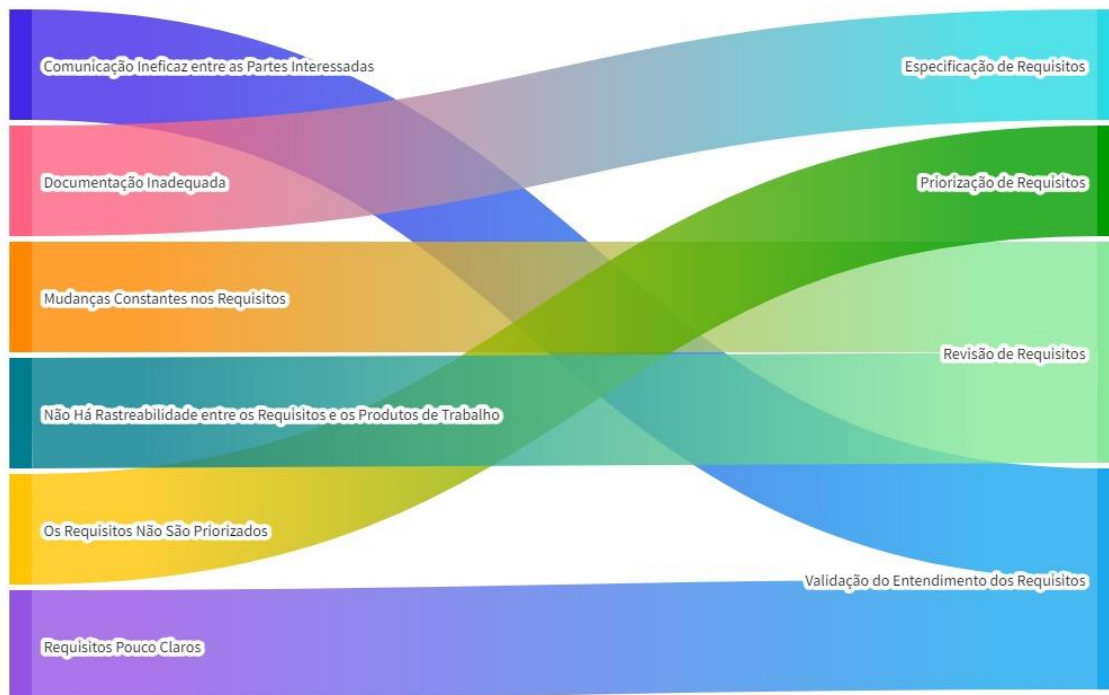


Figura 4. Diagrama de Sankey de correlação entre Desafios e Categorias de Práticas

4.4. *GAP Analysis* do Processo de ER

Após a análise dos dados, os resultados foram apresentados aos principais *stakeholders* do projeto. A partir de reuniões semanais de gerência do projeto, a proposta de solução foi sendo discutida e alinhada entre a governança da unidade organizacional, coordenação, gerência do projeto e pesquisadores. A partir dessas reuniões, optou-se por adotar um modelo de qualidade que possa servir de base para o seguimento de boas práticas.

Para obter certificação no MR-MPS-SW, a maioria das empresas recorrem às organizações de consultoria em Melhoria do Processo de Software (MPS) para realizar a análise do seu processo de desenvolvimento atual [SOFTEX 2023], visando estimar o esforço necessário para implantar os processos desse modelo de qualidade. Esta etapa da consultoria é conhecida como *Gap Analysis* que consiste em identificar as lacunas do processo de desenvolvimento de uma determinada empresa em relação aos Resultados Esperados (RE) dos processos do modelo MR-MPS-SW.

Nesse sentido, dois consultores profissionais, com mais de 10 anos de experiência em melhoria de processos, analisaram os dados coletados e classificaram o grau de conformidade do projeto de P&D de acordo com os resultados esperados do MR-MPS-SW.

Tabela 2. Grau de Atendimento das Práticas de Requisitos no Projeto

Grau de Atendimento	Resultado Esperado
Totalmente implementado (T)	REQ 1 - As necessidades, expectativas e restrições das partes interessadas, tanto em relação ao produto quanto a suas interfaces, são identificadas.

Não implementado (N)	REQ 2 - Os requisitos são especificados, priorizados e mantidos atualizados a partir das necessidades, expectativas e restrições identificadas para o produto e suas interfaces.
Parcialmente implementado (P)	REQ 3 - Os requisitos são entendidos e analisados junto a fornecedores de requisitos.
Largamente implementado (L)	REQ 4 - Os requisitos são aprovados pelos fornecedores de requisitos.
Parcialmente implementado (P)	REQ 5 - O compromisso da equipe técnica com a implementação dos requisitos é obtido.
Parcialmente implementado (P)	REQ 6 - A rastreabilidade bidirecional entre requisitos, atividades e produtos de trabalho do projeto é estabelecida e mantida.
Largamente implementado (L)	REQ 7 - Os planos, atividades e produtos de trabalho relacionados são revisados visando identificar e tratar inconsistência em relação aos requisitos.

Ressalta-se que, além da análise das respostas das entrevistas, a análise de lacunas foi realizada com a participação de dois especialistas e da liderança de requisitos. A liderança de requisitos destacou as evidências diretas e indiretas de conformidade com a prática e concordou com os casos de não implementação, implementação parcial e implementação larga. A Figura 5 mostra o percentual de níveis de conformidade relacionados aos resultados esperados.

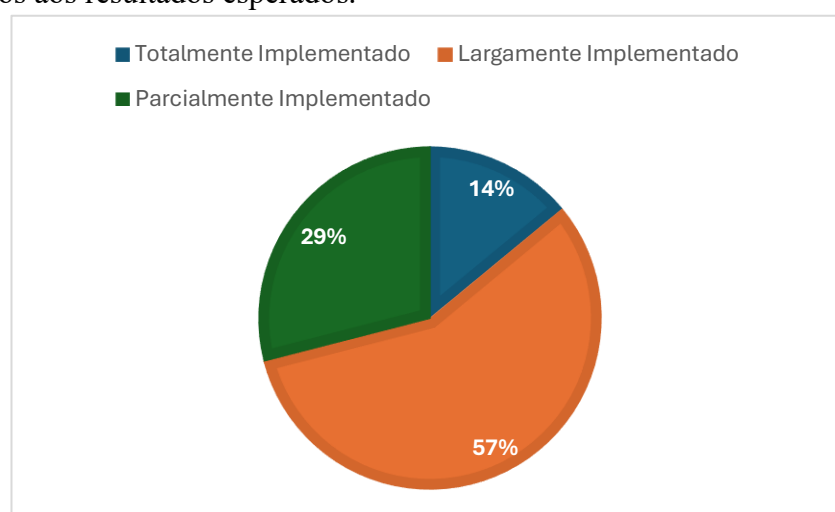


Figura 5. Grau de Atendimento x Resultado Esperado

Com base nessa análise de lacunas, a equipe de requisitos direcionou seus esforços para práticas de melhoria de acordo com o nível de resultados esperados alcançados. Portanto, o foco foi direcionado prioritariamente para os resultados classificados como Parcialmente Implementados.

4.5.Melhoria Contínua do Processo de ER

Inicialmente, para facilitar a visualização de quais resultados do MR-MPS-SW poderiam orientar a melhoria dos problemas de ER do projeto de P&D, foi criado um diagrama de Sankey na Figura 6.

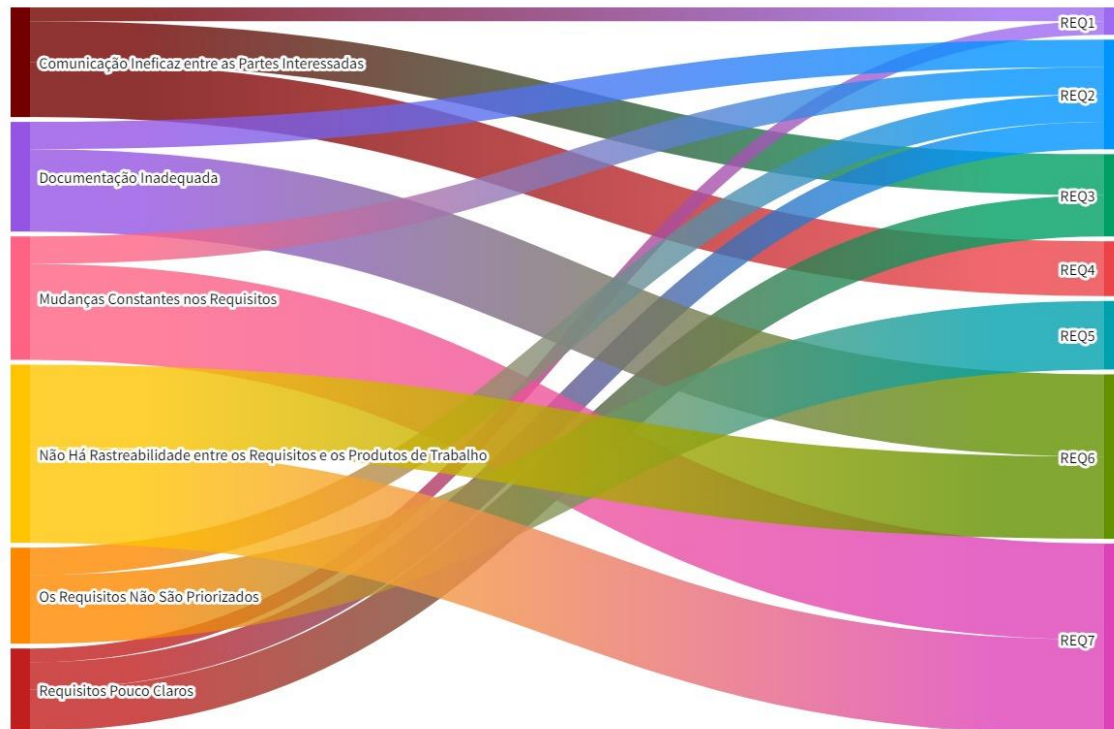


Figura 6. Diagrama de Sankey de correlação entre Desafios e Resultados Esperados

Ao abordar a questão da comunicação ineficaz entre as partes interessadas, alinhada com o REQ 1, a equipe estabeleceu um ponto de controle semanal com os clientes para identificar e validar os requisitos. Além disso, dois workshops foram realizados em 2024 para apresentar os resultados parciais do projeto e definir o escopo das próximas entregas. Alinhado com o REQ 3, a Frente de UX começou a implementar protótipos de tela para validar o entendimento e a análise de requisitos. Além disso, alinhado com o REQ 4, a equipe começou a obter a aprovação dos requisitos dos clientes por e-mail.

Para o problema de requisitos pouco claros, alinhados com o REQ 1, a equipe de requisitos adotou a técnica de histórias de usuários para capturar os requisitos com clareza. Alinhado com o REQ 2, um modelo padronizado para especificação de requisitos foi definido na ferramenta Confluence¹. De acordo com o REQ 3, foram realizadas sessões para entender e analisar os requisitos com os fornecedores de requisitos para garantir que todos os aspectos dos requisitos fossem bem compreendidos.

Para resolver a questão da documentação inadequada, alinhada com a REQ 2, a ferramenta Confluence foi utilizada para gerenciar e atualizar continuamente os requisitos. Alinhada com o REQ 6, a rastreabilidade de requisitos foi implementada no Confluence usando *hiperlinks* apontando para os produtos de trabalho relacionados aos requisitos.

Abordando o problema de mudanças constantes nos requisitos, alinhado com o REQ 2, a priorização das mudanças de requisitos foi realizada em reuniões com o gerente

¹ <https://www.atlassian.com/br/software/confluence>

de projeto. Nessas reuniões, a equipe de requisitos realizou revisões de impacto para obter aprovações antes de implementar as mudanças. Alinhada com o REQ 7, a equipe usou a rastreabilidade para identificar e resolver inconsistências relativas aos requisitos após cada alteração, seguida de reuniões de revisão com todas as partes envolvidas para garantir o alinhamento.

Para a questão de os requisitos não serem priorizados, alinhados com o REQ 2, a equipe de requisitos passou a utilizar uma matriz de valor que define o Retorno sobre o Investimento (ROI) para cada requisito, para estabelecer critérios claros de priorização. Alinhado com o REQ 5, durante as reuniões de planejamento do sprint, as prioridades foram discutidas e acordadas.

Por fim, abordando a falta de rastreabilidade entre requisitos e produtos de trabalho, alinhada com o REQ 6, a equipe de requisitos implementou uma matriz de rastreabilidade no Confluence que conecta requisitos a atividades e produtos de trabalho. Alinhada com o REQ 7, a equipe realizou revisões de documentos para garantir que todos os requisitos fossem atendidos e todas as mudanças fossem implementadas corretamente.

Ao adotar essas práticas alinhadas com os resultados esperados do MR-MPS-SW, os problemas identificados foram efetivamente abordados durante o segundo semestre de 2023 e o primeiro de 2024, melhorando continuamente o processo de Engenharia de Requisitos dentro do projeto de P&D.

5. Considerações Finais

Este artigo apresentou um relato de experiência sobre Engenharia de Requisitos (ER) em um projeto de P&D para o desenvolvimento de uma plataforma de diagnóstico da produção textual no ensino fundamental. Por meio de um estudo de caso, foram identificados desafios e apresentadas propostas de solução baseadas no Modelo de Referência MPS para Software (MR-MPS-SW). Esta pesquisa permitiu identificar os principais problemas enfrentados pela equipe, apresentando o estado da prática do projeto alvo por meio de entrevistas sobre práticas de ER. Estes resultados revelaram uma equipe jovem e diversificada, com a maioria dos membros já com experiência anterior em projetos de P&D. Apesar disso, ainda foram identificadas dificuldades na comunicação com as partes interessadas, gestão de mudanças, priorização e rastreabilidade de requisitos.

A solução proposta passa pela adoção do processo de REQ do MR-MPS-SW como base para a melhoria contínua do processo de ER, visando garantir a qualidade dos requisitos. A análise do nível de aderência das práticas de requisitos revelou pontos de melhoria, principalmente na especificação, validação e priorização de requisitos. Como limitações deste estudo, nota-se que a análise se concentrou apenas na equipe de requisitos, sem considerar outras áreas do projeto. Portanto, os resultados obtidos não podem ser generalizados para outros projetos ou contextos semelhantes. Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de estudos longitudinais para avaliar a evolução do processo ao longo do tempo. Ao final desta pesquisa, pretende-se criar um guia de recomendação com modelos de documentos que, quando aplicados a projetos de P&D, produzam resultados positivos para o processo de ER do projeto-alvo e, conseqüentemente, apoiem o alcance dos objetivos destacados por [Mayrink e Cavalcante 2022].

Referências

- Basili, V. and Weiss, D. (1984). A methodology for collecting valid software engineering data. In *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 10, n. 6, pages 728–738.
- Carvalho, R. et al. (2023). An experience of using the GQM approach in a remote environment to define requirements metrics. In *Proceedings of the XXI Brazilian Symposium on Software Quality (SBQS)*, pages 1–10.
- Chandra, S. and Kumar, V. (2021). Software engineering challenges in distributed software development: A systematic literature review. In *Journal of Software Engineering Research and Development*, v. 9, n. 1, pages 1-31.
- Cho, J. (2009). A hybrid software development method for large-scale projects: rational unified process with scrum. In *Issues in Information Systems*, v.5, n.2, pages 340-348.
- IBGE (2020) “Pesquisa de inovação: 2017”, <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html>, Maio.
- Leonor Barroca, Helen Sharp, Dina Salah, Kelly Taylor, and Patricia Gregory. (2015). Bridging the gap between research and agile practice: an evolutionary model. In *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, v.1, n.9, pages 323–334.
- Linhares, G. and Leite, J. (2019). Negotiation-collaboration for quality of quality requirements. In *Proceedings of the XVIII Brazilian Symposium on Software Quality Association for Computing Machinery*, pages 216–221.
- Mayrink, R. and Cavalcante, P. (2022). Research, development, and innovation in Brazil: recent path and challenges. In *Revista de Gestão, Economia e Negócios*, v. 3, n. 1, pages 51–74.
- Nascimento, M., et al. (2021). Soluções Concretas para Problemas Práticos da Engenharia de Requisitos. In *Engenharia de Software Magazine*, páginas 8–15.
- Portela, C. et al. (2023). A case study on aied unplugged applied to public policy for learning recovery post-pandemic in Brazil. In *Proceedings of the AIED 2023*.
- Rego, R. e Dias Neto, A. (2015). Estratégia de Apoio à Seleção de Elementos de Elicitação de Requisitos. In *Anais do Workshop de Teses e Dissertações de Qualidade de Software (WTDQS)*, páginas 13-20.
- Santos, N., et al. (2016). Using Scrum Together With UML Models: A Collaborative University-Industry R&D Software Project. In *Communication Systems and Applications*, pages 480-495.
- Simões, J. (2022). Utilizando a Técnica USARP (USAbility Requirements with Personas and user stories) com equipes trabalhando remotamente: um estudo de caso na indústria. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Software, Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas.
- SOFTEX - Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (2023) “Guia Geral MPS de Software”, <https://softex.br/download/guia-geral-mpsde-software2023/>, Março.

- Souza, L., et al. (2019). Desafios e Práticas da Engenharia de Requisitos no Contexto de Fábrica de Software com foco na Documentação e Gestão do Conhecimento. In *Cadernos do IME: Série Informática*, v. 42, n.1, páginas 98–115.
- Wohlin, C., Runeson, P., Hořst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., and Wesslé n, A. (2012), *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1st edition.
- Yin, R. (2014), *Case Study Research Design and Methods*, Thousand Oaks, 5th edition.