

APRIMORANDO A QUALIDADE DE SOFTWARE: EXPLORANDO REQUIREMENTS SMELLS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: UMA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA (OUTUBRO DE 2023)

Lenita Takeda Misaki (Mogi das Cruzes) - lenita.misaki@fatec.sp.gov.br

Caio Gustavo Rodrigues Cruz (Muralis Assessoria e Tecnologia LTDA) - caio.cruz@muralis.com.br

Rodrigo Rocha Silva (Coimbra Polytechnic - ISEC) - rrochas@dei.uc.pt

Resumo

Requisitos bem definidos desempenham um papel fundamental para garantia da qualidade de um software. Quando os requisitos são precisos e completos, simplificam todas as fases do desenvolvimento, reduzindo a probabilidade de custos adicionais indesejados. No entanto, se os artefatos iniciais apresentam indicadores de baixa qualidade, esses problemas podem se propagar para as etapas subsequentes, resultando em sistemas deficientes ou que não atendem às expectativas dos stakeholders. Para abordar essa questão, neste trabalho utilizamos inteligência artificial (IA) generativa para investigar se é possível especificar de forma satisfatória os requisitos com indicadores de problemas em especificações, conhecidos como requirements smells. Conduzimos uma análise baseada na literatura e uma pesquisa em dois projetos: um acadêmico e outro em uma empresa de médio porte. Foi avaliado um total de 282 requisitos para identificar quais requirements smells estavam presentes e como impactavam o ciclo de desenvolvimento qualitativamente. Em seguida, geramos transcrições de vídeos sobre os sistemas a serem desenvolvidos utilizando a ferramenta Cockatoo e o Microsoft Teams. Com essas transcrições utilizamos o chatbot online de inteligência artificial: ChatGPT para criarmos requisitos e novamente analisamos seu impacto no ciclo de desenvolvimento. Com base nos artefatos obtidos, fica claro que a presença de requirements smells nos requisitos iniciais trouxe desafios.

O uso da IA resultou em requisitos mais coesos e compreensíveis, embora ainda seja necessário esclarecimentos adicionais e a possibilidade de retrabalho. Esses insights ressaltam o potencial da IA como uma aliada valiosa nesta fase, contribuindo para mitigar problemas e garantir o sucesso no desenvolvimento de software.

Palavras-chave. *Engenharia de requisitos, Qualidade em software, Requirements smells, Inteligência artificial*

ABSTRACT.

Well-defined requirements are crucial role in ensuring software quality. Precise and complete requirements simplify all development phases, reducing the likelihood of undesirable additional costs. However, when initial artifacts exhibit signs of low quality, these issues can propagate to subsequent stages, resulting in deficient systems or those do not meet stakeholders' expectations. To address this, we employed generative artificial intelligence (AI) in this study to investigate whether it's possible to satisfactorily specify requirements with indicators of issues, known as 'requirements smells.' We conducted a literature-based analysis and surveyed two projects: one in academia and another in a medium-sized company. We evaluated a total of 282 requirements to identify the presence of requirements smells and their qualitative impact on the development cycle. Subsequently, we generated video transcriptions of the systems to be developed using the Cockatoo tool and Microsoft Teams' audio functionality. With these transcriptions, we used the online AI chatbot, ChatGPT, to create requirements and reevaluated their impact on the development cycle. Based on the artifacts obtained, it becomes evident that the presence of requirements smells in the initial requirements posed challenges. The use of AI resulted in more cohesive and comprehensible requirements, although additional clarifications and the possibility of rework are still necessary. These insights highlight the potential of AI as a valuable ally in this phase, contributing to issue mitigation and ensuring success in software development.

Keywords. *Requirements Engineering, Software Quality, Requirements smells, Artificial intelligence*

1. INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de softwares, assim como para o desenvolvimento de qualquer outro produto, está sujeito a regras de mercado, incluindo prazo de entrega, custo viável e qualidade. A composição de requisitos corresponde ao estágio inicial desse processo e é composto pela documentação de uma propriedade ou comportamento que um produto deve atender, as condições necessárias para a obtenção de certo objetivo e são os itens que auxiliam a identificar, a controlar e a acompanhar as necessidades e suas mudanças, a qualquer momento, enquanto o projeto prossegue para atingir o propósito para o qual está sendo destinado. Os requisitos dão foco à equipe para o desenvolvimento de um projeto (ABRAN, 2004; FERNANDES, 2005; PRESSMAN, 2011; GATTI, 2004; FEMMER, 2017).

Na fase de composição de requisitos o analista se utiliza três atividades principais (identificação das fontes de informação, coleta de fatos e comunicação) para obter conhecimento necessário sobre o domínio do escopo. A qualidade dos artefatos gerados a partir dessa fase pode causar diversos impactos durante o ciclo de vida do desenvolvimento de software: sobretudo um aumento de custos, seja pelo tempo despendido para se delimitar e entender o escopo que será implementado, seja para reestimar prazos e esforços no desenvolvimento pelo retrabalho para alinhar o software a ser entregue às expectativas dos stakeholders (TURINE,1996; FILHO, 2014; GALVÃO, 2011; LENARDUZZI, 2019).

Para equipes de alto desempenho alcançar melhorias nessa fase inicial do ciclo de vida do desenvolvimento de software é primordial, já que a maioria dos problemas encontrados durante o desenvolvimento de sistemas têm origem na etapa da aquisição de requisitos, dessa forma este trabalho propõe (FEMMER, 2017, SOMMERVILLE, 2016):

1. Identificar os requirements smells mais comumente encontrados nos requisitos propostos, por meio da análise em dois estudos de caso em contextos reais.
2. Investigar a percepção de entrevistados em relação à importância e utilidade dos requisitos como parte do processo de garantia de qualidade de requisitos.

3. Analisar a relação entre os requirements smells identificados e possíveis problemas subsequentes no desenvolvimento de software, como confiança para se realizar estimativa de desenvolvimento/testes, confiança para realizar implementação, necessidade de maiores esclarecimentos sobre os requisitos com smells, necessidade de retrabalho.
4. Verificar se com base em vídeos sobre o sistema a inteligência artificial seria capaz de construir requisitos com melhor qualidade, gerando maior confiança para o ciclo de desenvolvimento em geral.

Ao alcançar esses objetivos, espera-se fomentar uma melhor compreensão sobre requisitos gerados a partir de inteligência artificial, fornecendo diretrizes úteis e rápidas para a detecção precoce e a mitigação de problemas como os requirements smells, com intuito de verificar se conceitos da literatura estão presentes e podem ser praticados em contextos reais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os requirements smells são derivados do termo code smells, introduzido por Fowler e Kent Beck em 1999 e são sintomas concretos de defeitos de qualidade dos artefatos de requisitos que permitem um rápido tratamento, possibilitando correções precoces e assim diminuindo os custos do desenvolvimento. (CARVALHO, 2019; RASOOL, 2015; FEMMER, 2017, MYERS, 2004; YAMASHITA, 2012).

As violações de qualidade de um artefato gerado no processo de composição de requisitos são caracterizadas como (NASCIMENTO, 2018; FEMMER, 2017):

- Não necessariamente leva a um defeito em um determinado contexto, pois depende das decisões individuais, revisões e outras atividades para garantia de qualidade;
- A anomalia possui uma localização concreta em uma entidade presente em um artefato de requisitos;
- A anomalia tem um mecanismo de detecção concreto;
- Pode prejudicar a legibilidade do documento de requisitos, podendo levar ao mal entendimento entre os autores e leitores dos documentos.

Esses requirements smells são distribuídos de acordo com a literatura em categorias de acordo com a Tabela 1 (NASCIMENTO, 2018 adaptado):

Tabela 1: Descrição das categorias de requirements smells

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
Ambiguidade	Várias interpretações sobre o significado de um requisito
Pronomes vagos	Os requisitos possuem pouca clareza de quem é o agente da ação
Linguagem subjetiva	Há palavras vagas que não são objetivas e claras
Comparatividade /superlatividade	Os requisitos possuem comparações que não podem ser mensuradas (advérbios e adjetivo)
Declarações negativas	Há requisitos que não dizem o que deve ser implementado, mas sim o que não será implementado
Termos não verificáveis	Termos difíceis de serem verificados e que possibilitam uma gama de possibilidades
Brechas	Palavras que possibilitam ignorar especificidades
Referências incompletas	Referências que não são rastreáveis/ não localizadas
Funcionalidade duplicada	Requisitos redundantes
Voz passiva	Construção gramatical em que o objeto da ação é enfatizado ao invés do sujeito que realiza a ação

Fonte: Nascimento (2018) adaptado

No trabalho de Nascimento, cujo mapeamento sistematicamente a literatura sobre os requirements smells, do período de janeiro de 2013 a março de 2018, levou em consideração 41 trabalhos analisados é possível verificar que os requirements smells com maiores citações foram: pronome vago (15%), ambiguidade (13%) e termos não verificáveis (13%) (NASCIMENTO, 2018). Já no trabalho de Montgomery, que também realiza um estudo de mapeamento sistemático da literatura, de janeiro de 1996 a março de 2020, analisando 105 trabalhos, o requirement smell mais citado foi a ambiguidade (20%) (MONTGOMERY, 2022).

Houve diferenças nas citações dos requirements smells nos estudos analisados por Nascimento (2018) e Montgomery (2022). Essas divergências sugerem variações na ênfase dada aos requirements smells em diferentes períodos e contextos de pesquisa. Apesar disso, a ambiguidade foi consistentemente mencionada como um dos

requirements smells mais comuns em ambos os estudos.

Nos últimos anos, a Engenharia de Requisitos (ER) tem recebido uma atenção significativa como uma fase no ciclo de vida do desenvolvimento de software. Embora pesquisas anteriores tenham explorado a integração da inteligência artificial (IA) a esse ciclo, ainda há uma compreensão limitada sobre o papel específico da IA no aprimoramento do processo de ER. Em particular, existe uma lacuna de conhecimento notável sobre como a IA pode ser incorporada de forma eficaz na ER para gerar requisitos de alta qualidade, claros e detalhados (KHALIQ, 2022).

Liu (2022) apresenta uma visão atualizada do papel da IA na Engenharia de Requisitos, realizando uma revisão abrangente da literatura publicada entre janeiro de 2015 e dezembro de 2021 para elucidar os avanços alcançados no campo da ER por meio de várias vertentes da IA incluindo aprendizado de máquina, classificação e processamento de linguagem natural (PLN). É evidente uma tendência em direção à aplicação de técnicas de PLN e aprendizado supervisionado, como a classificação, na análise de documentos de requisitos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para se verificar se os requirements smells descritos na literatura havia aplicabilidade prática, os requisitos de dois projetos em contextos diferentes foram analisados:

A. Estudo de caso em laboratório acadêmico

O Laboratório de Engenharia de Software (LES) é uma disciplina da faculdade de tecnologia de Mogi das Cruzes (FATEC - MC) que tem como objetivo aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso, em um ambiente real de desenvolvimento de software abordando, inclusive, as disciplinas de requisitos, análise e projeto, implementação, implantação e gerência de projetos (KIMURA, 2017).

Durante o primeiro semestre de 2022, os alunos tiveram a opção de escolher entre duas abordagens de projetos: e-commerce ou projeto ato concreto. O projeto de e-commerce consistia em cumprir requisitos iniciais bem definidos por meio de entregas parciais individuais. Os alunos podiam escolher uma linguagem de programação disponível no mercado. As entregas eram incrementais e começavam com a prototipação, seguidas pelo desenvolvimento das funcionalidades específicas de um e-

commerce. O projeto era finalizado com a entrega de testes funcionais e um documento de visão do projeto.

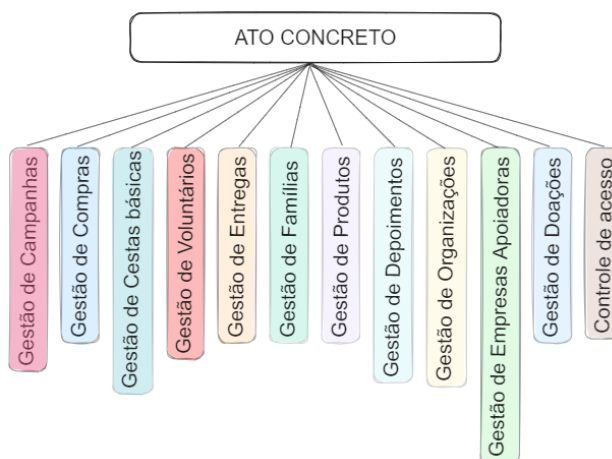
Figura 2: Site Ato Concreto



Fonte: Ato Concreto (2022)

O projeto Ato Concreto é um projeto social criado em setembro de 2019 com a missão de levar alimentos e esperança para famílias carentes da região de Mogi das Cruzes e região. Essa iniciativa teve como objetivo encontrar meios para que as famílias, em situação de insegurança alimentar, recebessem cestas básicas além de oportunidades para poder se desenvolver. É possível acompanhar as doações, depoimentos, prestações de conta entre outras informações no site: <https://atoconcreto.com.br/> (Figura 1).

Figura 1: Mapeamento dos módulos Ato Concreto



A dinâmica na disciplina ocorreu conforme a metodologia ágil totalizando sete sprints com duração de 15 (quinze) dias cada uma. A linguagem de programação foi padronizada: java para backend e react native para o frontend e os alunos deveriam trabalhar em equipes para realizar as entregas, simulando um ambiente real de trabalho. Dessa forma os discentes que optaram por esse desafio foram separados em squads para atuarem por módulos, conforme a Figura 2, além do Design System. O status report era realizado uma vez por semana, na mesma data a demanda era alinhada para próxima entrega.

As primeiras semanas foram destinadas

Fonte: Própria (2023)

à apresentação do projeto, prototipação, análise e nivelamento de tecnologias que seriam utilizadas no decorrer das entregas. Além disso, houve a criação dos requisitos elaborados pelos próprios alunos baseados na visão apresentada pelos idealizadores

do projeto, formando um total de 227 requisitos, compreendendo 59 requisitos funcionais, 98 requisitos não funcionais e 87 regras de negócio.

B. Estudo de caso em empresa de porte médio

Foram analisados os requisitos do projeto X, de uma empresa de porte médio de desenvolvimento de softwares, localizada na cidade de Mogi das Cruzes - São Paulo, os analistas responsáveis pelos requisitos reuniram entendimento através de esclarecimentos com os antigos desenvolvedores responsáveis, de pesquisas sobre o assunto e de leitura de documentação esparsa, além de entrevistas com o cliente.

O processo de elaboração teve também como base testes e análise de código já implementado por uma equipe anterior. O cerne da demanda foi a migração do sistema em questão para ser um módulo dentro de outro sistema, cuja reprodução incluía melhorias tanto na arquitetura, quanto no desenvolvimento em si. Foram mapeados os pontos de correção e de atenção a partir dos 9 (nove) módulos minimamente “prototipados” e desenvolvidos, além de telas paralelas comuns no fluxo, foram considerados 70 (setenta) requisitos.

Estes requisitos não estavam discriminados em funcionais, não-funcionais e regras de negócio. No entanto, englobaram abrangeram o fluxo completo do sistema, adaptando às tecnologias presentes no qual seria inserido, totalizando 60 (sessenta) telas diferentes ao final da implementação.

C. Inteligência artificial (IA)

A inteligência artificial é um campo da ciência da computação que visa criar sistemas capazes de reproduzir e compreender a inteligência humana. Com aplicações em áreas distintas, seu desenvolvimento possibilita a análise de dados complexos, reconhecimento de padrões e tomada de decisões autônomas. A aplicação da IA na Engenharia de Requisitos oferece oportunidades para aprimorar a identificação e resolução de problemas em requisitos de sistemas, agilizando esse processo essencial na Engenharia de Software (KHALIQ, 2023). A área do Processamento de Linguagem Natural (PLN) ocupa uma posição interdisciplinar entre a ciência da computação e a linguística computacional, sendo focada na conversão de linguagens humanas naturais, tanto escritas quanto faladas, em dados estruturados passíveis de análise

(FANNI, 2023).

Por meio da integração de abordagens linguísticas, estatísticas e de inteligência artificial, o PLN tem a capacidade de decifrar o significado de um texto ou até mesmo gerar respostas que se assemelham às produzidas por seres humanos. Nos últimos anos, observa-se um aumento considerável do interesse na aplicação do PLN em diversas áreas da Engenharia de Software para automatização de processos. Uma gama considerável de inteligências artificiais está disponível, em nosso estudo utilizamos a ferramenta de acesso público ChatGPT, desenvolvida pela OpenAI (<https://chat.openai.com>), o Cockatoo, um serviço de transcrição que utiliza inteligência artificial para gerar automaticamente texto a partir de fala gravada e a ferramenta de transcrição de áudio do Microsoft Teams (HILL-YARDIN, 2023; COCKATOO, 2023; MICROSOFT, 2023). As transcrições geradas pelas ferramentas foram copiadas e coladas ao ChatGPT, e então foi solicitado: cinco requisitos pertinentes detalhados, sem conter requirements smells. Com esses novos requisitos, solicitamos que fossem criados outros cinco, dessa vez em forma de user stories.

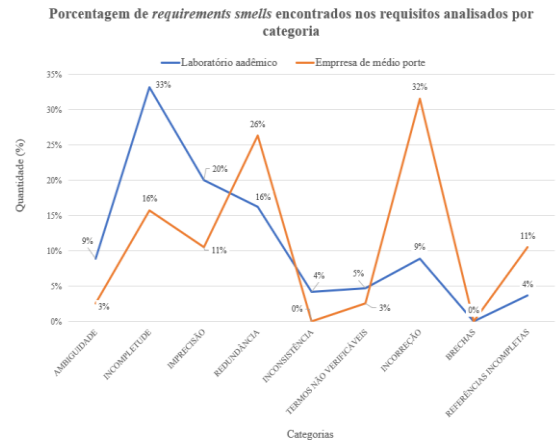
A segunda parte da pesquisa visou analisar se esses artefatos proporcionados pela inteligência artificial tinham efeitos diferentes dos requisitos propostos primeiramente, as mesmas perguntas sobre o assunto foram repetidas. Além dessa sessão foi acrescida uma nova, solicitando aos questionados que contabilizasse os casos de uso com base em um requisito em específico, nas três formas apresentadas: requisito com requirement smell analisado na primeira pesquisa (gerado por humano), requisito gerado a partir da IA, requisito gerado a partir da IA em forma de user story.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o estudo de caso acadêmico dos 190 (cento e noventa) requisitos com requirements smells, foi observado que a categoria mais prevalente era a de requisitos incompletos, correspondendo a 33% do total. Em seguida, os com linguagem subjetiva representaram 20%, seguidos pelos redundantes, que compreenderam 16% do conjunto. No contexto dos 38 (trinta e oito) requirements smell encontrados nos requisitos da empresa

de médio porte, um subconjunto de 32% deles foram classificados como incorreções, 26% como redundantes e 16% como incompletos. Importante notar que não foram encontradas ocorrências das categorias de declarações negativas ou inconsistências entre os requisitos analisados conforme observado na Figura 3.

Figura 3: Porcentagem de requirements smells encontrados nos requisitos analisados por categoria



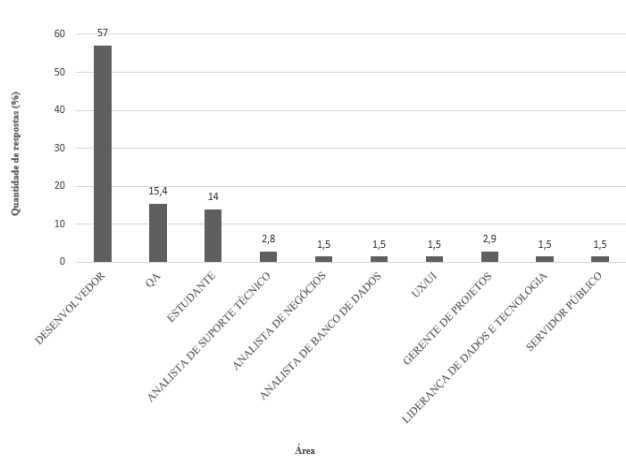
A pesquisa inicial abrangeu 72 (setenta)

respostas no período entre 26 de abril de 2023 e 4 de maio de 2023, a segunda pesquisa contou com 24 (vinte e quatro) respostas durante o período de 22 de setembro de 2023 a 01 de outubro de 2023. Os participantes das pesquisas atuavam em áreas relacionadas ao desenvolvimento de software (Figura 4).

Fonte: Própria (2023)

Apresentaram uma ampla gama de níveis de senioridade, abrangendo desde

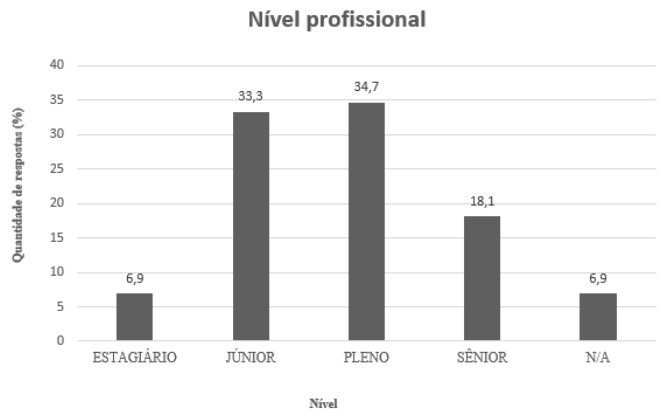
Figura 4: Distribuição de respostas por área profissional



Fonte: Própria (2023)

As funções também foram diversas: desenvolvedor, tester, gerentes de projeto, UX/UI, infraestrutura, scrum master, analista de suporte e usuário final, como observado na Figura 6.

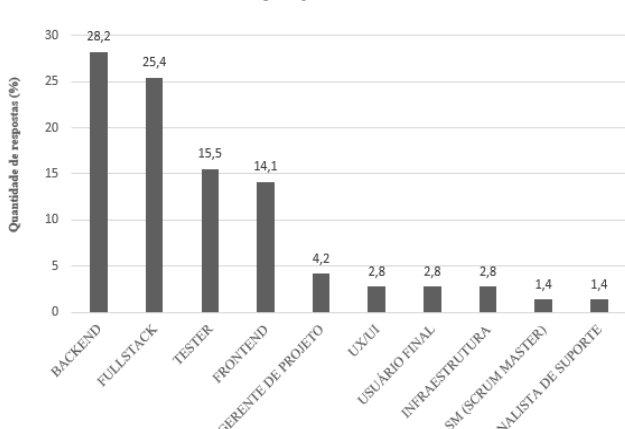
Figura 5: Distribuição de respostas por nível estagiários até profissionais mais sêniores, conforme observado na Figura 5.



Fonte: Própria (2023)

Dentre os entrevistados, 91,4% acreditam que os requisitos são essenciais para o desenvolvimento de um software, 7,1% responderam que os requisitos são muito importantes, totalizando 98,5% os que acreditam que os requisitos possuem uma importância relevante, conforme a Figura 7.

Figura 6: Distribuição de respostas por função profissional



Fonte: Própria (2023)

Com base nas respostas fornecidas na primeira pesquisa, a confiança para estimar o desenvolvimento de implementação/testes a partir dos requisitos varia. A maioria das respostas (79,2%) se concentra nas respostas intermediárias (pouco confiante a confiante) indicando um nível moderado a razoável de

confiança. No entanto, também há algumas respostas nas extremidades, com alguns respondentes se sentindo nada confiantes (13,9%) e outros se sentindo muito confiantes (6,9%).

Podemos observar que para requisitos gerados pela IA, na segunda pesquisa, inclusive no formato de user story houve um significativo aumento da confiança para estimar o desenvolvimento/ testes. Indicando que a introdução da IA na criação de requisitos de forma geral pode ter um impacto positivo na confiança dos profissionais em relação às

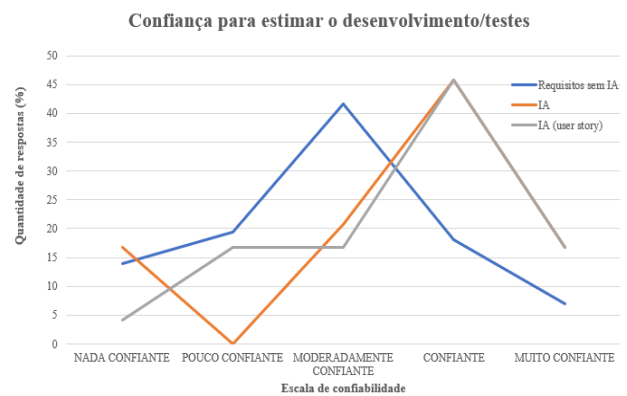
estimativas de desenvolvimento e

Figura 7: Importância dos requisitos para o desenvolvimento de um software



Fonte: Própria (2023)

Figura 8: Confiança para estimar a implementação ou teste baseado nos requisitos



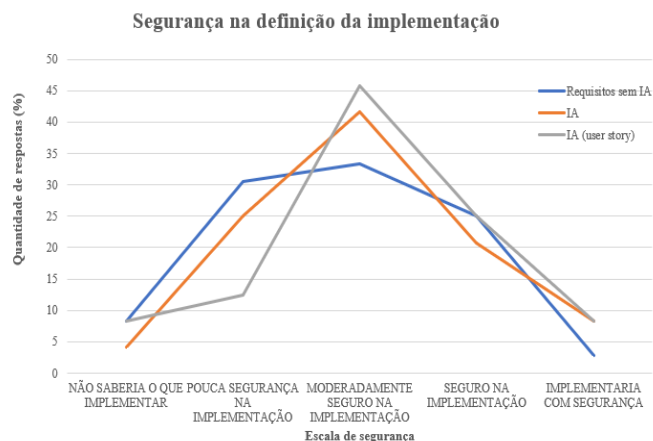
Fonte: Própria (2023)

testes, possivelmente devido à maior clareza e consistência trazida pela IA. As respostas se concentram principalmente na faixa de confiante (45,8%) e muito confiante (16,7%) para ambos os casos gerados pela IA (Figura 8).

De forma semelhante, a Figura 9 mostra a segurança para delimitar o escopo do que seria implementado foi variada. A maioria das respostas (88,9%) se concentra entre as três respostas intermediárias, indicando um nível moderado a razoável de segurança na definição da implementação. Alguns respondentes se sentem mais seguros e responderam que implementariam com segurança (2,8%), enquanto outros se sentem menos seguros (8,3%, respostas não saberia o que implementar).

É interessante notar que, para requisitos criados com IA no formato de user stories, a maioria das respostas se encontra nas categorias moderadamente seguro na implementação (45,8%) e seguro na implementação (25%). Isso sugere que a IA pode ser especialmente eficaz na criação de user stories, os quais os profissionais se sentem mais seguros para implementar.

Figura 9: Segurança na implementação dos requisitos



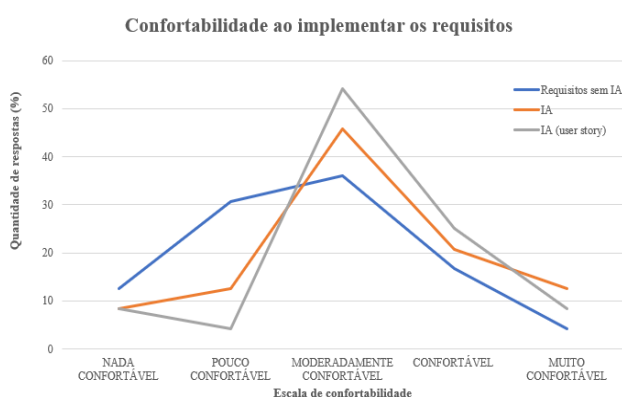
Sobre o conforto para implementação os requisitos, a maior parte das respostas está concentrada entre pouco confortável e confortável (83,4%) ao ser solicitado para implementar os requisitos. No entanto, também há algumas respostas que indicam um nível maior de conforto (4,2 de repostas muito confortável). E nada confortável (12,5%), indicando um nível maior de

Figura 10: Conforto para implementar os requisitos apresentados

Fonte: Própria (2023)

desconforto.

Quando a IA é utilizada na criação de requisitos, a distribuição das respostas mostra uma variação. No entanto, a categoria moderadamente confortável é a mais frequente,



Fonte: Própria (2023)

chegando a 54,2%, conforme observado na Figura 10. Isso sugere que a IA, quando aplicada na forma de histórias de usuário, tende a tornar a implementação ainda mais confortável para a maioria dos profissionais.

com 45,8% dos respondentes nessa categoria. Isso pode indicar que a IA pode contribuir para um nível moderado de conforto na implementação dos requisitos.

Para requisitos criados como user stories com a assistência da IA, a categoria moderadamente confortável é novamente a mais frequente, mas com uma porcentagem ainda mais alta,

Observando os dados sobre a necessidade de maiores esclarecimentos sobre os requisitos com smells apresentados, podemos notar que a maioria das respostas se concentra entre relativamente necessário e necessário (83,3%), com frequências observadas razoavelmente altas. Indicando que a maioria dos participantes acredita que será necessário obter maiores esclarecimentos sobre os requisitos apresentados.

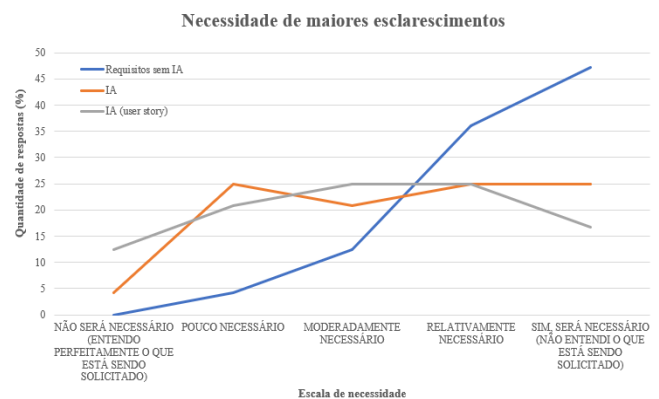
Por outro lado, as frequências observadas para as respostas: não será necessário e pouco necessário são muito baixas (4,2%, para respostas pouco necessário e 0% para respostas não será necessário), indicam que apenas um número muito pequeno de participantes acredita que não será necessária uma maior elucidação dos requisitos.

Quando a IA é utilizada na criação de requisitos, a porcentagem de respondentes que indicam ser necessário obter mais esclarecimentos diminui significativamente, especialmente quando escrito em forma de user story (16,7%). Podendo indicar que a IA pode ajudar a reduzir a necessidade de esclarecimentos adicionais nos requisitos.

As respostas: pouco necessário e moderadamente necessário mostram

uma necessidade intermediária de clareza, com 25,0% dos respondentes em cada um, independentemente da presença ou ausência da IA, como mostra a Figura 11. Mesmo com a IA, ainda há uma proporção significativa de respondentes que indicam a necessidade de esclarecimentos adicionais, sugerindo que ainda assim há a necessidade de comunicação e clarificação nos requisitos, embora a IA possa ajudar a reduzi-la.

Figura 11: Necessidade de maiores esclarecimentos para os requisitos apresentados



Para a possibilidade de retrabalho a partir dos requisitos apresentados, as respostas se concentraram entre retrabalho e significativo retrabalho, com uma frequência observada relativamente alta (84,7%).

Indicando que a maioria dos

participantes acredita que haverá a necessidade de retrabalho se a implementação for baseada apenas nos requisitos apresentados.

Fonte: Própria (2023)

As frequências observadas para as respostas: não haverá retrabalho, pouco retrabalho e moderado retrabalho são baixas (15,3%), indicando que uma minoria dos participantes acredita que não haverá retrabalho ou que ele será mínimo. Quando a IA é utilizada principalmente para criação de user stories, nota-se uma melhoria significativa das porcentagens de retrabalho significativo, diminuindo para 20,8% e não haverá retrabalho, mais frequente (8,3%), como observado na Figura 12. Isso sugere que a IA, especialmente na criação de histórias de usuário, tende a resultar em requisitos que exigem menos retrabalho.

Figura 12: Possibilidade de retrabalho das atividades relacionadas aos requisitos apresentados



Fonte: Própria (2023)

No que diz respeito à identificação dos requirements smells entre os requisitos apresentados, apenas um dos entrevistados foi capaz de identificar corretamente todos os requirements smells presentes. Sugerindo que a detecção e compreensão dos requirements smells podem ser desafiadoras e requerem conhecimento especializado. As categorias mais identificadas pelos entrevistados foram pronomes vagos (62,5%) e ambiguidade (62,5%), seguidos pelas referências incompletas (58,3%). Os resultados, observados na Figura 13 sugerem que a ambiguidade é o requirements smell mais facilmente identificado com uma fonte significativa de problemas nos requisitos.

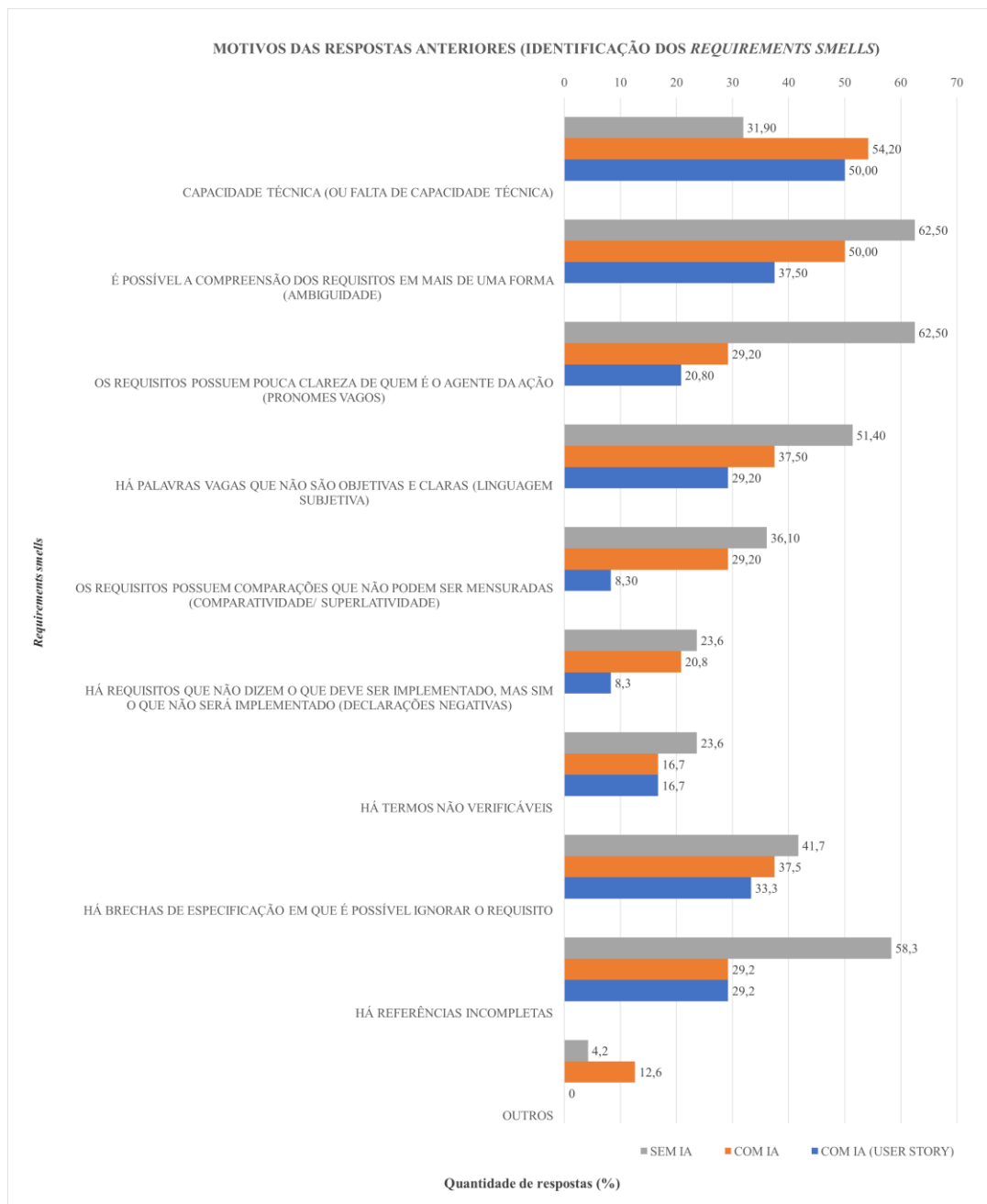
Comparativamente, requisitos gerados pela IA, especialmente na forma de user stories, mostram-se capazes de reduzir smells comuns, como: referências incompletas, termos não verificáveis, comparatividade/superlatividade e linguagem subjetiva. É importante notar que a IA não resolve totalmente todos os problemas e pode até introduzir novos desafios, como a consideração da falta de capacidade técnica. Além disso, a análise revela que a condição sem IA frequentemente apresenta uma maior ocorrência de problemas de requisitos em comparação com as condições com IA.

A utilização de IA, para ambos os casos resultou em uma maior quantidade de casos de uso identificados em comparação com a condição em que a IA não foi utilizada. Para os requisitos sem a IA, a maioria dos casos de uso encontrados varia entre 1 e 3, com uma porcentagem significativa de casos de uso igual a 0 (22,7%). Nesse cenário,

a presença de casos de uso foi menor.

Para os requisitos gerados com IA, notamos um aumento considerável com 3 ou mais casos de uso, com a IA (user story), observa-se uma distribuição mais uniforme de casos de uso, com maior ênfase em casos de uso iguais a 1, 2 e 3. conforme pode-se observar na Figura 14. Isso indica que a IA desempenhou um papel significativo na identificação e especificação de casos de uso, levando a um maior entendimento e identificação de casos de uso.

Figura: 14: Quantidade de casos de uso contabilizados a partir de um requisito específico



CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos é evidente que a presença de requirements smells nos requisitos analisados levanta dificuldades e falta de confiança na direção de uma implementação eficiente e livre de retrabalhos. Embora a maioria dos entrevistados tenha expressado uma importância significativa aos requisitos o entendimento sobre eles raramente é plenamente compreendido. Esses resultados enfatizam a importância da construção de requisitos consistentes e reforçam a necessidade de maiores discussões sobre essa fase crucial do desenvolvimento de software.

O estudo revelou que a presença de requirements smells nos requisitos tem aplicabilidade real e um impacto negativo na confiança e eficiência da implementação. Os entrevistados demonstraram um nível moderado de confiança na estimativa e implementação dos requisitos, mas uma parcela significativa expressou desconforto e a necessidade de esclarecimentos adicionais, ressaltando a importância de investir na qualidade dos requisitos para evitar retrabalho e garantir o sucesso do desenvolvimento de software.

A identificação da ambiguidade por grande número de entrevistados assim como a sua ampla incidência em trabalhos correlatos pode indicar ser um requirement smell reconhecido como fonte significativa de problemas. Sugerindo ser relevante para se dedicar recursos e esforços na melhoria da qualidade e da compreensão dos requisitos, a fim de minimizar retrabalhos, aumentar a eficiência do desenvolvimento e garantir a satisfação dos stakeholders.

No contexto dos requisitos gerados pela IA, observa-se que sua presença influenciou positivamente na criação e também na identificação e especificação de casos de uso, contribuindo para uma maior compreensão e detalhamento dos requisitos, inclusive com sensível diferença nas respostas dos respondentes.

Isso destaca o potencial da IA como uma ferramenta valiosa na melhoria da qualidade dos requisitos de software, auxiliando no processo de desenvolvimento e promovendo uma maior confiabilidade e eficiência nas fases subsequentes do projeto. Portanto, a integração da IA na prática de especificação de requisitos pode ser considerada uma abordagem promissora para aprimorar a engenharia de software.

Como trabalhos futuros, recomenda-se a exploração de diferentes formas de correções e melhorias na escrita natural, bem como outras configurações para apresentação dos requisitos e analisar diferentes indicadores de melhoria de qualidade de entregas para averiguar se são alteradas nas diversas etapas do desenvolvimento de software. Desta

maneira, pode-se alcançar resultados mais abrangentes e precisos, direcionando para possíveis soluções eficazes sobre o tema.

AGRADECIMENTOS

Aqui você pode usar para agradecer pessoas e instituições que contribuíram para o desenvolvimento seu trabalho.

REFERÊNCIAS

- Beer, A., Junker, M., Femmer, H. e Felderer, M. "Initial Investigations on the Influence of Requirement Smells on Test-Case Design," 2017 IEEE 25th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW), 2017, pp. 323-326, doi: 10.1109/REW.2017.43.
- Dehghani, R., Wnu, K., Fernández, D.M., Gorschek, T. e Ramsin, R. "On Understanding the Relation of Knowledge and Confidence to Requirements Quality," in REFSQ 2021 conference, 2021.
- Silva, R., Kimura, F., Lima, J. e Bernardino, J. "PROLES: A Customized Process Applied to Software Engineering Laboratories and Small Business". Journal of Convergence Information Technology. 12. 11, 2017.
- Femmer, H. et al., "Rapid requirements checks with requirements smells: Two case studies," in Proceedings of the 1st International Workshop on Rapid Continuous Software Engineering, RCoSE 2014.
- Femmer, H. , Fernández, D.M., Wagner, S. e Eder, S. Rapid quality assurance with requirements smells. Journal of Systems and Software, 2016.
- Femmer, H. , Fernández, D.M., Wagner, S. e Eder, S. Rapid quality assurance with requirements smells. Journal of Systems and Software 123, 190–213, 2017
- Hussain, A. e Mkpojiogu, E.O.C. Requirements: Towards an understanding on why software projects fail. AIP Conference Proceedings 12 Agosto 2016; 1761 (1): 020046. <https://doi.org/10.1063/1.4960886>
- Fogarty, A. et al., "Agile Software Development – Do We Really Calculate the Costs? A Multivocal Literature Review," in Systems, Software and Services Process Improvement, M. Yilmaz, J. Niemann, P. Clarke and R. Messnarz (eds), EuroSPI 2020, 2020. [Online]. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-56441-4_15. Acessado em: 31 de outubro de 2022.

Habib, M. K., Wagner, S. e Graziotin, D. "Detecting Requirements smells With Deep Learning: Experiences, Challenges and Future Work," 2021 IEEE 29th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW), 2021. [Online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/REW53955.2021.00027>. Acessado em: 30 de setembro de 2023.

IEEE Computer Society, "IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications," Technical report, 1998.

ISO/IEC/IEEE, "Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering," International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E), 2011.

ISTQB, International Software Testing Qualifications Board, "Foundation Level Syllabus – BSQTB," 2018.

Lenarduzzi, V. e Fucci, D. "Towards a Holistic Definition of Requirements Debt," in ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM), 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ESEM.2019.8870159.

G. J. Myers, "The Art of Software Testing," John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2004.

Pressman, R. S. Software engineering: A practitioner's approach (5th ed.). Boston, MA: McGraw-Hill, 2002.

Sommerville, I. Software Engineering. 10th Edition, Pearson Education Limited, Boston, 2016.

Yamashita, A. e Moonen, L. "Do code smells reflect important maintainability aspects?" in 28th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM), Trento, Italy, pp. 306-315, doi: 10.1109/ICSM.2012.6405287, 2012.

Montgomery, L., Fucci, D., Bouraffa, A. et al., "Empirical research on requirements quality: a systematic mapping study," Requirements Eng 27, 183–209, 2022. [Online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00766-021-00367-z>. Acessado em: 30 de setembro de 2023.

Jorgensen M. e Shepperd, M. "A Systematic Review of Software Development Cost Estimation Studies," in IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 33, no. 1, pp. 33-53, Jan. 2007, doi: 10.1109/TSE.2007.256943.

Castillo-Motta, M. A, Dorado-Córdoba, R. D., Pardo-Calvache, C. J. e Orozco-Garcés, C.E. "Systematic Mapping of the Literature on Smells in Software Development Requirements", Rev. Fac. Ing., vol. 32, no. 63, p. e15233, 2023.

Laskowska, A., Jurkiewicz, J., Olek, L. e Nawrocki, J. Supporting Use-Case Reviews. 4439. 424-437. 10.1007/978-3-540-72035-5_33, 2007.

Microsoft. " How Microsoft Teams uses AI to enhance audio and video in meetings." Disponível em: <https://www.microsoft.com>. Acessado em: 12 de agosto de 2023.

Cockatoo. "Choose your plan". Disponível em: <https://www.cockatoo.com/>. Acessado em: 12 de agosto de 2023.

Hill-Yardin, E. L. , Hutchinson, M. R., Laycock, R. e Spencer, S.J. "A Chat (GPT) about the future of scientific publishing". *Brain, Behavior, and Immunity*, Volume 110, 2023, Pages 152-154, ISSN 0889-1591, <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2023.02.022>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889159123000533>. Acessado em: 12 de agosto de 2023.

Khaliq, Z., Farooq, S. U. e Khan, D. A. "Artificial Intelligence in Software Testing: Impact, Problems, Challenges and Prospect," 2022. [Online]. Disponível em: [arXiv:2201.05371](https://arxiv.org/abs/2201.05371). Acessado em: 12 de agosto de 2023.

Liu, K., Reddivari, S. e Reddivari, K. "Artificial Intelligence in Software Requirements Engineering: State-of-the-Art," 2022 IEEE 23rd International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI), San Diego, CA, USA, 2022, pp. 106-111, doi: 10.1109/IRI54793.2022.00034.