

Engenharia de Requisitos para o Desenvolvimento de Chatbots Inteligentes

Alicia Caldeira da Silva¹, Kássia Ramos Oliveira¹, Andrey Antonio Oliveira Rodrigues¹

¹Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) - Universidade Federal do Amazonas
Itacoatiara - AM - Brasil

alicia.silva@ufam.edu.br, kassiaramos03@gmail.com,

andrey.rodrigues@ufam.edu.br

Resumo. *Este trabalho tem como objetivo investigar práticas avançadas de Engenharia de Requisitos para o desenvolvimento de chatbots inteligentes e personalizados. Os chatbots, sistemas de software projetados para interagir por meio de conversas naturais, têm se tornado cada vez mais relevantes em diversas aplicações, como atendimento ao cliente, educação e saúde, impulsionados pelos avanços em inteligência artificial e processamento de linguagem natural. Os resultados desta pesquisa têm o potencial de contribuir significativamente para o avanço do conhecimento em Engenharia de Requisitos e desenvolvimento de sistemas de chatbots inteligentes e personalizados. Espera-se que as melhores práticas identificadas possam ser aplicadas em diversos setores, melhorando a qualidade e a eficiência das interações humanas com tecnologias baseadas em chatbots.*

1. Introdução

Nos últimos anos, a integração de *chatbots* em diversos setores tem se tornado uma prática comum, impulsionada pelos avanços em inteligência artificial (IA) e processamento de linguagem natural (PLN) [Caldarini et al. 2022]. *Chatbots* são programas de computador que simulam conversas humanas, oferecendo suporte ao cliente, assistência virtual, e outros serviços automatizados [Adamopoulou and Moussiades 2020]. Com a crescente demanda por interações mais naturais e eficientes, o desenvolvimento de *chatbots* inteligentes e personalizados ganhou destaque.

A Engenharia de Requisitos desempenha um papel significativo no desenvolvimento de sistemas de software complexos, incluindo *chatbots* [Gupta et al. 2022, Silva and Canedo 2022]. Este campo é fundamental para definir funcionalidades, comportamentos e características personalizadas que satisfaçam os usuários finais, otimizando assim a eficácia e a adoção desses sistemas [Dwitama and Rusli 2020].

A relevância do tema de Engenharia de Requisitos para o desenvolvimento de *chatbots* inteligentes e personalizados está na sua capacidade de orientar soluções adaptadas às necessidades dos usuários. A personalização se destaca como um diferencial competitivo [Silva and Canedo 2022, Liu et al. 2022], permitindo que chatbots ajustem respostas e comportamentos conforme preferências individuais, melhorando a experiência do usuário e otimizando recursos operacionais [Sharma et al. 2022].

Nesta linha, a inteligência artificial está redefinindo as formas de interação com a tecnologia. *Chatbots* inteligentes, que utilizam técnicas avançadas de IA, têm a capacidade de compreender e responder a um conjunto de consultas de maneira mais natural e contextualmente adequada [Caldarini et al. 2022].

Desse modo, ao adotar uma abordagem sistemática e colaborativa para a definição de requisitos, é possível melhorar a qualidade do produto final, reduzir retrabalhos, otimizar o uso de recursos e o tempo de desenvolvimento [Silva and Canedo 2022]. Apesar dos avanços significativos na tecnologia de *chatbots*, ainda existem desafios substanciais na definição e implementação de requisitos que garantam a inteligência e a personalização desses sistemas [Habibullah and Horkoff 2021, van Remmen et al. 2023].

Diante desse contexto, este trabalho busca investigar como práticas avançadas de Engenharia de Requisitos podem ser aplicadas no desenvolvimento de *chatbots* inteligentes e personalizados. O objetivo é identificar métodos e técnicas que não só assegurem a correta especificação de requisitos, mas também promovam a integração eficaz de componentes de IA e personalização. Através desta investigação, pretende-se contribuir para o aprimoramento dos processos de desenvolvimento de *chatbots*.

O desenvolvimento deste projeto tem o potencial de gerar impactos sociais e científicos significativos. Estes impactos abrangem desde melhorias no atendimento ao cliente até avanços no campo da inteligência artificial e interação humano-computador. A seguir, são delineados alguns dos principais impactos esperados:

- Melhoria na Experiência do Usuário: *Chatbots* personalizados podem oferecer interações mais naturais, resultando em maior satisfação do usuário.
- Acessibilidade e Inclusão: *Chatbots* inteligentes podem ser projetados para atender a uma ampla gama de usuários, incluindo aqueles com necessidades especiais.
- Inovação em Engenharia de Requisitos: A pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento de novas metodologias e ferramentas a outros domínios de software.
- Interação Humano-Computador: Estudar a forma como os *chatbots* interagem com os humanos pode aprimorar o entendimento das dinâmicas humano-computador, gerando interfaces mais intuitivas nas aplicações tecnológicas.

2. Referencial Teórico

Esta seção apresenta o referencial teórico que fundamenta esta pesquisa. São apresentados conceitos de Engenharia de Requisitos, *chatbots* inteligentes e a integração de Inteligência Artificial (IA) com técnicas de personalização.

2.1. Engenharia de Requisitos

A Engenharia de Requisitos é essencial na engenharia de software, sendo responsável por definir e manter os requisitos dos sistemas [Hidellaarachchi et al. 2021]. Envolve atividades como elicitação e validação, garantindo que o sistema atenda aos *stakeholders*. Os requisitos dividem-se em funcionais, que definem o que o sistema faz, e não funcionais, relacionados a desempenho, segurança e usabilidade [Sommerville 2011].

Diversas técnicas são usadas para coletar informações dos *stakeholders*, variando conforme o contexto do projeto [Pressman 2005]. A documentação e gestão dos requisitos asseguram rastreabilidade e boa comunicação na equipe [Sommerville 2011]. Enquanto a validação garante que sejam completos e consistentes [Pressman 2005].

2.2. *Chatbots* Inteligentes

Chatbots são sistemas de software projetados para interagir com os usuários por meio de conversas, utilizando linguagem natural [Adamopoulou and Moussiades 2020]. Com o avanço da inteligência artificial e do processamento de linguagem natural (PLN), os *chatbots* evoluíram de respostas pré-programadas para interações mais dinâmicas e contextualmente relevantes [Caldarini et al. 2022].

A arquitetura de um *chatbot* inteligente geralmente inclui componentes como o módulo de PLN; o módulo de aprendizado de máquina e o módulo de integração, que conecta o *chatbot* a sistemas externos e bases de dados [Cahn 2017].

2.3. Integração de IA e Personalização em *Chatbots*

A integração de IA e personalização em chatbots utiliza técnicas avançadas para interações mais inteligentes. O aprendizado de máquina permite que melhorem com base em dados e padrões [Liu et al. 2022]. Algoritmos supervisionados e não supervisionados ajudam a prever necessidades dos usuários [Silva and Canedo 2022], enquanto técnicas de PLN aprimoram a compreensão da linguagem natural [Regin et al. 2022].

A revisão dos conceitos reforça a importância da Engenharia de Requisitos, dos *chatbots* inteligentes e da integração de IA e personalização como base para soluções inovadoras. Esses fundamentos orientam a proposta e destacam sua contribuição.

3. Mapeamento Sistemático da Literatura

O Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) é uma metodologia de revisão que tem como objetivo fornecer uma visão geral do estado da arte sobre um determinado tema de pesquisa [Kitchenham and Charters 2007]. O mesmo foca na categorização e classificação dos estudos, permitindo a identificação de lacunas e tendências na área.

3.1. Protocolo do Mapeamento Sistemático

Para a realização do MSL, foram seguidas as diretrizes estabelecidas [Kitchenham and Charters 2007]. Na fase de planejamento, foi desenvolvido um protocolo, o qual será descrito em detalhes nas subseções a seguir.

3.1.1. Objetivo

O objetivo deste mapeamento sistemático está estruturado de acordo com o paradigma GQM (*Goal, Question, Metric*), proposto por [Basili and Rombach 1988], conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1. Objetivo do MSL segundo o paradigma GQM.

Analizar as com o propósito de com relação a do ponto de vista dos no contexto de	publicações científicas identificar práticas avançadas de engenharia de requisitos definição, especificação e gerenciamento pesquisadores desenvolvimento de <i>chatbots</i> inteligentes
--	---

3.1.2. Questões de Pesquisa

A partir da definição do objetivo principal deste estudo, foram elaboradas as questões de pesquisa (QPs) que orientam esta investigação, em conformidade com o protocolo estabelecido. Com o foco principal de identificar evidências e resultados relevantes para atender ao objetivo geral, as questões de pesquisa que fundamentam este mapeamento estão definidas na Tabela 2.

Tabela 2. Questões de pesquisa do MSL.

QP1	Quais práticas de Engenharia de Requisitos são utilizadas para o desenvolvimento de <i>chatbots</i> inteligentes?
QP2	Como a integração de técnicas de inteligência artificial pode melhorar a especificação de requisitos de <i>chatbots</i> inteligentes?
QP3	Quais são os desafios mais comuns na definição de requisitos personalizados de <i>chatbots</i> em diferentes setores, como saúde, educação e atendimento ao cliente?

3.1.3. Estratégia de Busca

A definição da estratégia de busca visa restringir o escopo da pesquisa, reduzindo esforços com publicações irrelevantes e garantindo maior foco e eficiência, para que apenas estudos alinhados ao propósito do trabalho sejam considerados. Dessa forma, a estratégia utilizada neste MSL foi estruturada com base nos seguintes elementos:

- **Bases de Dados utilizadas:** As bibliotecas digitais *ACM Digital Library*¹, *EngineeringVillage*² e *Scopus*³ foram selecionadas para identificar as publicações científicas, por conta de terem ampla cobertura na área de Ciência da Computação e pela qualidade e atualidade das publicações.
- **Tipo de documento:** Foram considerados apenas artigos publicados em conferências e periódicos, avaliados por outros pesquisadores independentes por meio do pelo método de revisão por pares (*peer review*).
- **Idioma de busca:** Apenas artigos em inglês foram incluídos, devido à sua adoção predominante na maioria das conferências e periódicos internacionais.
- **Área de conhecimento:** Engenharia de Software, Inteligência Artificial, Processamento de Linguagem Natural (PLN), Intereração Humano-Computador (IHC) e Ciência da Computação Aplicada, com foco nos setores de saúde, educação e atendimento ao cliente, abordando desafios na personalização de requisitos de *chatbots*.

Utilizou-se o critério PICOC (População, Intervenção, Comparação, Resultado e Contexto) para estruturar os termos e guiar a busca por artigos [Petticrew and Roberts 2008]. No entanto, os parâmetros de comparação e contexto (*context*) foram omitidos para ampliar a abrangência e evitar restrições desnecessárias na seleção de estudos. A Tabela 3 detalha a composição da *string* de busca conforme as dimensões selecionadas.

¹<https://www.acm.org>

²<https://www.engineeringvillage.com>

³<https://www.scopus.com>

Tabela 3. String de busca utilizada neste MSL.

Critério PICOC	Strings de Busca
População	<p>”requirements engineering” OR ”requirements elicitation” OR ”requirements analysis” OR ”requirements specification” OR ”requirements management”</p> <p style="text-align: center;">AND</p>
Intervenção	<p>”chatbot” OR ”intelligent chatbots” OR ”conversational agents” OR ”virtual assistants”</p> <p style="text-align: center;">AND</p>
Resultado	”techniques” OR ”methods” OR ”approaches”

3.1.4. Critérios de seleção dos artigos

Os critérios de seleção dos estudos foram estabelecidos com o objetivo de garantir a relevância das publicações para o mapeamento sistemático. Para isso, foram definidos cuidadosamente critérios de inclusão e exclusão que orientam a decisão sobre quais artigos devem ser considerados, assegurando que os trabalhos selecionados estejam alinhados com o foco central da pesquisa. A Tabela 4 apresenta os critérios de seleção adotados neste MSL.

Tabela 4. Critérios de seleção dos artigos

Critérios	Critérios de inclusão
CI-1	O artigo deve abordar práticas de Engenharia de Requisitos específicas para o desenvolvimento de <i>chatbots</i> inteligentes.
CI-2	O artigo deve discutir a integração de técnicas de inteligência artificial para aprimorar a especificação de requisitos em <i>chatbots</i> .
CI-3	O artigo deve explorar desafios relacionados à personalização de requisitos de <i>chatbots</i> em setores como saúde, educação, atendimento ao cliente, entre outros.
CI-4	O artigo deve ter sido publicado nos últimos 10 anos para garantir que as práticas de Engenharia de Requisitos e técnicas de IA analisadas estejam atualizadas.
Critérios	Critérios de exclusão
CE-1	O artigo não atende a nenhum dos critérios de inclusão estabelecidos.
CE-2	A versão completa do artigo não está disponível para download ou nas fontes de busca.
CE-3	A publicação não é um artigo científico (por exemplo, é um capítulo de livro), o que pode indicar falta de revisão por pares.
CE-4	O artigo não está em inglês, o que pode limitar a compreensão e análise.
CE-5	O artigo está duplicado, ou seja, foi retornado em outro mecanismo de busca.

3.1.5. Estratégia para extração dos dados

Após o término da aplicação da estratégia de seleção, os dados relevantes das publicações selecionadas serão extraídos. Esses dados serão organizados em três categorias: (1) dados gerais da publicação; (2) dados relacionados à Engenharia de Requisitos para o Desenvolvimento de Chatbots Inteligentes; e (3) dados específicos sobre o contexto das publicações. Os dados gerais da publicação são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Dados gerais da publicação.

Código	Número que identifica a publicação extraída.
Ano	Ano em que foi publicado.
Veículo	Veículo em que foi publicado.
Título	Título da publicação.
Autores	Lista de autores da publicação.

Os dados específicos que serão extraídos das publicações, relacionados à Engenharia de Requisitos para o Desenvolvimento de Chatbots Inteligentes são essenciais para uma compreensão aprofundada das práticas e abordagens adotadas nesse contexto. Pois, permitem uma análise detalhada das entradas, saídas e metodologias quantitativas utilizadas no processo. A Tabela 6 apresenta os dados específicos a serem extraídos relacionados à definição de Engenharia de Requisitos para o Desenvolvimento de *Chatbots* Inteligentes, organizados de forma a facilitar a análise e a interpretação dos principais critérios e parâmetros utilizados.

Tabela 6. Dados específicos de Engenharia de Requisitos para Desenvolvimento de *Chatbots* Inteligentes.

Práticas	Quais práticas de Engenharia de Requisitos foram utilizadas para o desenvolvimento de <i>chatbots</i> ?
Integração de IA	Como o artigo discute a integração de técnicas de inteligência artificial na especificação de requisitos?
Desafios na Personalização	Quais desafios são mencionados na personalização de requisitos de <i>chatbots</i> em diferentes setores?
Setores Aplicados	Setores (saúde, educação, atendimento ao cliente, etc.) onde essas práticas e desafios foram aplicados.
Ferramentas e Tecnologias	Quais ferramentas ou tecnologias específicas de ER ou IA são mencionadas no estudo?
Técnicas de Validação	Técnicas ou métodos de validação de requisitos apresentados no artigo (ex.: prototipagem, simulação).

Os dados específicos no contexto da publicação para serem extraídos estão descritos na Tabela 7. Esses dados incluem informações relevantes como: a fonte dos dados, o tipo de desenvolvimento, o tipo de chatbot, a linguagem de programação, ou seja, abordando aspectos, como as práticas utilizadas, ferramentas ou tecnologias empregadas.

Tabela 7. Dados específicos do contexto da publicação.

Fonte dos dados	Origem de onde vieram os dados utilizados na publicação: indústria, academia ou outros setores.
Tipo de Desenvolvimento	Se o desenvolvimento foi focado em <i>chatbots</i> para um ambiente específico (desenvolvimento de <i>software</i> , manutenção, ou outro contexto).
Tipo de Chatbot	Tipo de <i>chatbot</i> abordado no artigo: conversacional, assistente virtual, FAQ automático, etc.
Linguagem de Programação	Linguagem de programação ou plataforma utilizada no desenvolvimento ou manutenção dos <i>chatbots</i> .

A análise dos dados extraídos neste mapeamento sistemático será conduzida por meio da técnica de *content analysis* (análise de conteúdo). Essa abordagem metodológica já foi consolidada na literatura científica, sendo destacada, por exemplo, em estudos como o de [Dixon-Woods et al. 2005], onde seu uso demonstrou eficácia na síntese de grandes volumes de dados qualitativos.

3.2. Execução do Mapeamento Sistemático

Para a execução da busca dos artigos, aplicou-se as *strings* de busca nas bases de dados selecionadas e armazenou-se o conjunto de referências recuperadas na ferramenta *Parsifal*⁴ para análise posterior. Para estruturar o processo de execução do MSL, foi definido um procedimento com três etapas:

- **Processo de Seleção Preliminar (1º filtro):** Nesta etapa, avaliou-se o título, resumo e palavras-chave do conjunto de artigos retornados nos mecanismos de busca, seguindo rigorosamente os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.
- **Eliminação por Leitura Diagonal (2º filtro):** Nesta etapa, está sendo realizada uma leitura diagonal (introdução, principais tópicos e conclusão) dos artigos selecionados, para analisar se os mesmos estam de fato associados às questões de pesquisa. Os mesmos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no primeiro filtro estão sendo aplicados.
- **Processo de Seleção Final (3º filtro):** Após a finalização do segundo filtro, será aplicada a leitura completa dos artigos selecionados nessa etapa. Quaisquer dúvidas sobre as publicações serão discutidas e resolvidas, concluindo assim o processo de seleção dos artigos.

4. Resultados Preliminares

Os resultados preliminares da pesquisa apontam para um conjunto de boas práticas e lacunas significativas relacionadas a aplicação da Engenharia de Requisitos no desenvolvimento de *chatbots* inteligentes e personalizados. O mapeamento sistemático realizado até o momento revelou avanços no uso de técnicas baseadas em aprendizado de máquina (ML) e processamento de linguagem natural (PLN) para a especificação e gestão de requisitos, destacando o papel dessas abordagens na definição de funcionalidades complexas e na adaptação a contextos específicos dos usuários.

⁴*Parsifal*: uma ferramenta de apoio a pesquisadores para realizar planejamento e execução de revisões sistemáticas. Disponível: <https://parsif.al>

Além disso, foi possível observar tendências emergentes, como a crescente integração de métodos ágeis na elicitação de requisitos e a adoção de *frameworks* específicos para o desenvolvimento de *chatbots*. No entanto, persistem lacunas na documentação de práticas formais para a modelagem de requisitos e na análise sistemática de necessidades relacionadas à experiência do usuário (UX) no contexto de *chatbots*.

4.1. Resultado das Buscas

Após a finalização das buscas e serem aplicados os critérios de seleção do 1º filtro, foram obtidos os seguintes resultados, presentes na Tabela 8. Destacando o número de artigos que passaram para a próxima fase do processo. Vale ressaltar, que esses resultados representam dados preliminares, uma vez que o Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) ainda está em andamento. As próximas etapas incluirão a aplicação de filtros adicionais, a extração de dados e a análise detalhada das publicações selecionadas.

Tabela 8. Resultado das buscas preliminares do MSL.

Fonte	Busca Preliminar	Retirada de Duplicatas	1º Filtro	2º Filtro	3º Filtro	Total Final
<i>ACM</i>	207	6	26			
<i>Village</i>	20	7	10			
<i>Scopus</i>	452	10	137			
Total	679	656	168			

A aplicação dos critérios de seleção foi conduzida por um pesquisador principal. Simultaneamente, um segundo pesquisador realizou, de forma independente, a revisão do processo de seleção. Ao final do processo, foram identificadas 679 publicações nas bibliotecas digitais, distribuídas da seguinte forma: 207 na *ACM*, 20 na *Engineering Village* e 452 na biblioteca digital *Scopus*.

Após a remoção das duplicatas, o total de publicações selecionadas para a etapa de filtragem reduziu-se para 656. Desses 656 publicações, 488 foram excluídas por não atenderem aos critérios de inclusão definidos no primeiro filtro. As 168 publicações restantes estão sendo analisadas integralmente para verificar quais atendem aos critérios de seleção do segundo filtro (Figura 1).

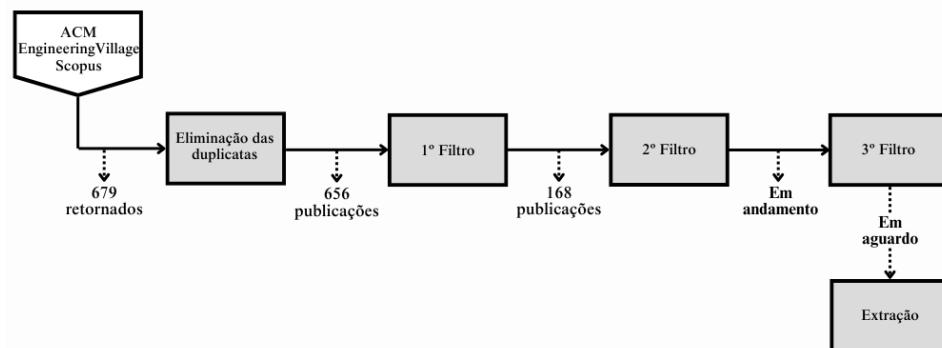


Figura 1. Processo de seleção das publicações deste MSL.

Fonte: Próprio autor.

4.2. Análise dos Dados

Os dados coletados a partir do mapeamento sistemático da literatura fornecem uma perspectiva abrangente sobre as publicações selecionadas. A Figura 2 apresenta a distribuição percentual das publicações identificadas nas diferentes fontes de busca. A *Scopus* destacou-se como a principal fonte, contribuindo com 66,6% das publicações, seguida pela ACM com 30,5%, enquanto a *Engineering Village* teve uma contribuição menor, de 2,9%. Essa predominância da *Scopus* reforça sua relevância na área investigada, oferecendo ampla cobertura de publicações recentes e relevantes. Esses dados destacam a relevância dessas fontes para os estudos na área investigada.

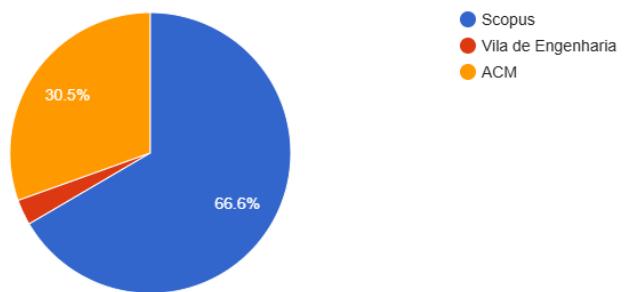


Figura 2. Distribuição de artigos por base de dados.

Fonte: Próprio autor.

A Figura 3 apresenta um gráfico de barras que compara o número de artigos selecionados e aceitos nas três bases de dados utilizadas: *Scopus*, *Engineering Village* e ACM. A base *Scopus* se destaca com 452 artigos selecionados, dos quais aproximadamente 105 foram aceitos, ou seja, há uma redução significativa no número de artigos aceitos em relação ao número selecionados, isso evidencia que embora haja ampla cobertura de artigos nesta base, muitos não atendem aos critérios de inclusão que foram estabelecidos. Na ACM, 207 artigos foram selecionados, com um número menor aceito em comparação à *Scopus*. A *Engineering Village*, embora tenha uma contribuição modesta em termos de artigos selecionados e aceitos, reflete um papel mais especializado ou pontual na área de pesquisa.

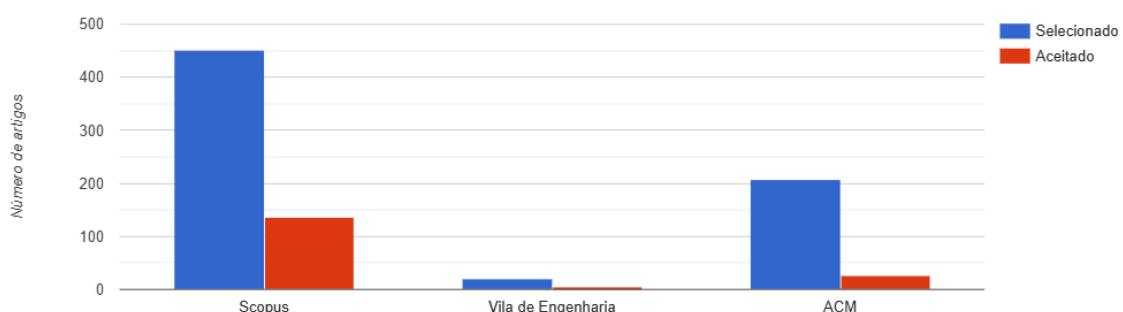


Figura 3. Artigos aceitos por fonte.

Fonte: Próprio autor.

A análise temporal das publicações, representada por um gráfico de linha (Figura 4), mostra o número de artigos publicados por ano, no período de 2019 a 2024. Observa-se um aumento progressivo no número de publicações entre 2019 e 2022, indicando um crescimento no interesse pela área de estudo. O pico ocorre em 2022, com aproximadamente 40 artigos publicados. Após, há uma leve redução em 2022 para 2023, com estabilização em 2023 e 2024, indicando uma possível maturidade ou estabilização no volume de produção científica sobre o tema no período analisado.

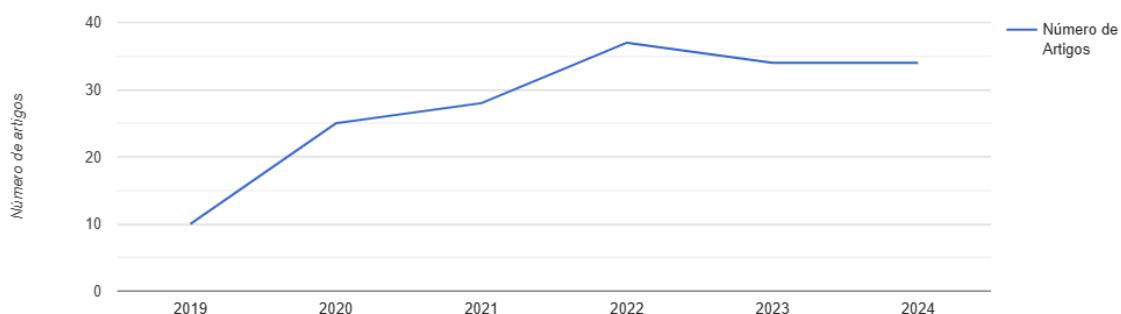


Figura 4. Distribuição de artigos por ano.

Fonte: Próprio autor.

Os títulos, resumos e palavras-chave analisados revelam uma recorrência de termos relacionados à *"requirements engineering"*, *"requirements elicitation"*, *"intelligent chatbots"* e *"artificial intelligence"*. Além disso, conceitos como *"personalization"* e *"usability"* aparecem frequentemente, indicando um foco em soluções específicas para setores como saúde e atendimento ao cliente.

4.3. Considerações Finais

Este trabalho tem o potencial de oferecer uma contribuição significativa tanto para a área acadêmica quanto para o setor industrial, ao abordar as necessidades urgentes de aprimorar as práticas de Engenharia de Requisitos no desenvolvimento de sistemas inteligentes. Os resultados preliminares destacam a importância de aproximar avanços tecnológicos da IA com a necessidade humana de personalização e acessibilidade, promovendo sistemas mais eficientes, inclusivos e robustos.

Espera-se que as próximas fases do trabalho contribuam não só para preencher lacunas identificadas na literatura, mas também para promover inovações no desenvolvimento de tecnologias que impactam diretamente setores críticos. As conclusões obtidas até aqui reforçam a necessidade de prosseguir com esta pesquisa, alinhando avanços técnicos a soluções útil e pragmaticamente aplicáveis. As etapas seguintes do projeto são cruciais para assegurar a qualidade e a relevância dos resultados finais. A realização de leituras mais detalhadas, com foco na metodologia e nos resultados dos artigos, permitirá uma análise aprofundada que irá embasar a síntese das informações obtidas.

Por fim, este mapeamento sistemático não apenas contribui para o estado da arte da engenharia de requisitos em *chatbots*, mas também estabelece uma base sólida para futuras pesquisas, promovendo inovações que atendam às demandas específicas de diferentes setores e populações. Com isso, espera-se que os resultados deste estudo sejam uma fonte de conhecimento valiosa para acadêmicos e profissionais interessados no tema.

Referências

- Adamopoulou, E. and Moussiades, L. (2020). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with applications*, 2:100006.
- Basili, V. R. and Rombach, H. D. (1988). The tame project: Towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on software engineering*, 14(6):758–773.
- Cahn, J. (2017). Chatbot: Architecture, design, & development. *University of Pennsylvania School of Engineering and Applied Science Department of Computer and Information Science*.
- Caldarini, G., Jaf, S., and McGarry, K. (2022). A literature survey of recent advances in chatbots. *Information*, 13(1):41.
- Dixon-Woods, M., Bonas, S., Booth, A., Jones, D. R., Miller, T., and Sutton, A. (2005). How can systematic reviews incorporate qualitative research? a critical perspective. *Qualitative Research*, 6(1):27–44.
- Dwitama, F. and Rusli, A. (2020). User stories collection via interactive chatbot to support requirements gathering. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(2):890–898.
- Gupta, A., Poels, G., and Bera, P. (2022). Using conceptual models in agile software development: a possible solution to requirements engineering challenges in agile projects. *IEEE Access*, 10:119745–119766.
- Habibullah, K. M. and Horkoff, J. (2021). Non-functional requirements for machine learning: understanding current use and challenges in industry. In *2021 IEEE 29th International Requirements Engineering Conference (RE)*, pages 13–23. IEEE.
- Hidellaarachchi, D., Grundy, J., Hoda, R., and Madampe, K. (2021). The effects of human aspects on the requirements engineering process: A systematic literature review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 48(6):2105–2127.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering – version 2.3*. Keele/Staffs-UK and Durham-UK.
- Liu, K., Reddivari, S., and Reddivari, K. (2022). Artificial intelligence in software requirements engineering: state-of-the-art. In *2022 IEEE 23rd International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI)*, pages 106–111. IEEE.
- Petticrew, M. and Roberts, H. (2008). *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. Wiley.
- Pressman, R. S. (2005). *Software engineering: a practitioner's approach*. Palgrave macmillan.
- Regin, R., Rajest, S. S., Shynu, T., et al. (2022). An automated conversation system using natural language processing (nlp) chatbot in python. *Central Asian Journal of Medical and Natural Science*, 3(4):314–336.
- Sharma, D., Kaushal, S., Kumar, H., and Gainder, S. (2022). Chatbots in healthcare: Challenges, technologies and applications. In *2022 4th International Conference on Artificial Intelligence and Speech Technology (AIST)*, pages 1–6. IEEE.

- Silva, G. R. and Canedo, E. D. (2022). Requirements engineering challenges and techniques in building chatbots. In *ICAART (1)*, pages 180–187.
- Sommerville, I. (2011). *Software Engineering, 9/E*. Pearson Education India.
- van Remmen, J. S., Horber, D., Lungu, A., Chang, F., van Putten, S., Goetz, S., and Wartzack, S. (2023). Natural language processing in requirements engineering and its challenges for requirements modelling in the engineering design domain. *Proceedings of the Design Society*, 3:2765–2774.