

Desenvolvimento de software com foco em sustentabilidade social e econômica: mapeamento sistemático da literatura

Software development with a focus on social and economic sustainability: a systematic mapping of the literature

Luan Santos Brandão Da Silva

Universidade de Vassouras

brandaoluan506@gmail.com

Fabício Tadeu Dias

Universidade Federal Fluminense

fabriciodias0100@gmail.com

RESUMO

A sustentabilidade social e econômica no desenvolvimento de software vem ganhando espaço na engenharia de software, mas ainda carece de uma compreensão sistematizada sobre como essas duas dimensões são tratadas na literatura. Este estudo analisa de que forma a produção científica aborda o alinhamento entre bem-estar humano e viabilidade financeira no processo de desenvolvimento. Foi realizado um mapeamento sistemático da literatura nas bases Scopus e Web of Science, no período de 2015 a 2025, resultando em 14 estudos selecionados após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão. Os resultados indicam que a dimensão social é mais recorrente do que a econômica e que apenas quatro estudos integram ambas de forma articulada, revelando limitações em métricas, modelos e práticas capazes de combinar aspectos humanos e financeiros. A discussão aponta avanços pontuais em adaptações de métodos ágeis, gamificação, ferramentas de avaliação e formalização de requisitos sociais, mas indica que a área ainda carece de validação empírica robusta e de abordagens integradas testadas em contextos reais de desenvolvimento.

Palavras-chave: Inovação Organizacional. Requisitos Sociais. Gestão de Projetos. Engenharia de Software. Responsabilidade Social.

ABSTRACT

Social and economic sustainability in software development has been gaining attention in software engineering, but a systematic understanding of how these two dimensions are addressed in the literature is still lacking. This study analyzes how the scientific literature approaches the alignment between human well-being and economic viability in the development process. A systematic mapping study was conducted using the Scopus and Web of Science databases, covering the period from 2015 to 2025, resulting in 14 studies selected after applying inclusion and exclusion criteria. The findings indicate that the social dimension appears more frequently than the economic one, and that only four studies integrate both dimensions in an articulated way, revealing gaps in metrics, models, and practices capable of combining human and financial aspects. The discussion points to incremental advances in agile method adaptations, gamification, assessment tools, and the formalization of social

* Recebido em 16 de julho de 2025, aprovado em 06 de setembro de 2025, publicado em 31 de outubro de 2025.

requirements, while indicating that the field still lacks robust empirical validation and integrated approaches tested in real development settings.

Keywords: Organizational Innovation. Social Requirements. Project Management. Software Engineering. Social Responsibility.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é compreendida como a integração equilibrada entre objetivos ambientais, sociais e econômicos, capaz de orientar ações que atendam às necessidades atuais sem comprometer as gerações futuras (Elkington e Rowlands, 1999; Sachs, 2015). Na engenharia de software, esse debate ganha relevância à medida que sistemas digitais passam a influenciar relações sociais, modelos de negócio e dinâmicas organizacionais, mas a maior parte das iniciativas concentra-se na dimensão ambiental, deixando os aspectos sociais e econômicos menos consolidados. Essa predominância também se manifesta em pesquisas recentes voltadas à sustentabilidade de software, nas quais a eficiência energética de arquiteturas de software constitui uma vertente relevante de investigação, especialmente em ambientes distribuídos e de computação em nuvem (NEVES et al., 2025).

A sustentabilidade social envolve bem-estar, equidade, participação, diversidade, privacidade e respeito a valores humanos (SACHS, 2015; PENZENSTADLER; FEMMER, 2013); a sustentabilidade econômica, por sua vez, refere-se à viabilidade de longo prazo, à eficiência de custos e à geração de valor (DYLLICK, HOCKERTS, 2002). Integrar essas duas dimensões no desenvolvimento de software é desafiador porque metas financeiras e necessidades sociais tendem a entrar em tensão.

Gustavsson e Penzenstadler (2020) mostram que a dimensão social ainda recebe pouca atenção em comparação às demais dimensões da sustentabilidade, e que a articulação entre bem-estar humano e desempenho econômico esbarra na ausência de métricas, na falta de incentivos institucionais e na dificuldade de incorporar requisitos baseados em valores humanos. Em muitos projetos, decisões priorizam produtividade e redução de custos, o que pode gerar conflitos com acessibilidade, privacidade e segurança, já que impactos humanos e financeiros afetam diretamente a qualidade dos sistemas, o ritmo de desenvolvimento e a sustentabilidade das organizações. Compreender como a literatura tem tratado essa relação, e quais desafios emergem na prática, torna-se assim uma questão relevante para a área.

Para investigar essa questão, este estudo adota o mapeamento sistemático da literatura, método indicado para identificar padrões, tendências, classificações e lacunas em áreas de pesquisa ainda em consolidação. O objetivo é analisar como as dimensões social e econômica da sustentabilidade são tratadas na literatura sobre desenvolvimento de software, a partir da pergunta: "quais barreiras e fatores de sucesso influenciam o alinhamento entre objetivos sociais e econômicos no desenvolvimento de software?". Buscam-se ainda respostas para três questões complementares: (i) como indicadores sociais e econômicos são medidos ou integrados; (ii) quais métodos, ferramentas ou práticas permitem considerar as duas dimensões simultaneamente; e (iii) quais obstáculos e fatores de sucesso são reportados com maior frequência. O artigo está organizado em cinco partes: revisão de literatura, metodologia, resultados, discussão e considerações finais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conceitos de sustentabilidade social e econômica em software

A sustentabilidade social busca promover sociedades justas, equitativas e participativas, assegurando direitos, bem-estar e oportunidades (SACHS, 2015). No contexto organizacional, envolve preservar capital humano e social por meio de condições dignas e inclusivas (DYLLICK; HOCKERTS, 2002). Na engenharia de software, essa dimensão se manifesta no desenvolvimento de sistemas que respeitam privacidade, acessibilidade, diversidade, autonomia e participação. A consideração desses princípios pode ser observada em pesquisas sobre tecnologias inteligentes voltadas a ambientes assistidos, nas quais acessibilidade e autonomia são relacionadas ao bem-estar de pessoas com deficiência e idosos, ao mesmo tempo em que sua implementação envolve desafios éticos e econômicos (CRIZOSTI et al., 2025).

Winkler (2018) destaca dignidade, justiça e responsabilidade como valores centrais para orientar a engenharia de requisitos com foco em coesão social. Enquanto a sustentabilidade ambiental em software tem recebido atenção em temas como eficiência energética e otimização de arquiteturas, a dimensão social permanece menos consolidada. Neves et al. (2025), por exemplo, identificam tendências e lacunas na pesquisa sobre eficiência energética em arquiteturas de software e destacam a necessidade de métricas padronizadas para sua avaliação, evidenciando que mesmo em uma vertente mais consolidada da sustentabilidade de software persistem desafios de mensuração.

A sustentabilidade econômica refere-se à manutenção de atividades produtivas com retorno e viabilidade de longo prazo (DYLLICK, HOCKERTS, 2002). No desenvolvimento de software, essa dimensão envolve reduzir retrabalho, garantir qualidade, otimizar processos e equilibrar custo e valor. A abordagem do triple bottom line, proposta por Elkington e Rowlands (1999), sustenta a necessidade de integrar resultados econômicos, sociais e ambientais, e Penzenstadler e Femmer (2013) ampliam esse entendimento ao incluir a dimensão técnica, relacionada à evolução contínua, à manutenibilidade e à eficiência dos sistemas.

Como decisões econômicas podem afetar acessibilidade, segurança e inclusão, torna-se relevante dispor de ferramentas e modelos que avaliem bem-estar e custos de forma conjunta. Essa relação é particularmente evidente em sistemas de pequeno porte, nos quais a implementação de requisitos de proteção de dados pode ser condicionada por restrições financeiras, técnicas e organizacionais, sem que tais limitações afastem a necessidade de proteção dos usuários (PEDRINI; CARVALHO, 2025).

Essas duas dimensões apresentam interdependências (SACHS, 2015), mas a literatura ainda privilegia aspectos ambientais, com frequência associados à eficiência energética e à redução do impacto tecnológico (QIANG et al., 2024), enquanto estudos que explorem de forma integrada a relação entre bem-estar humano e desempenho econômico permanecem menos frequentes. Essa configuração da literatura contextualiza a relevância da investigação conduzida neste estudo.

2.2 Classificação dos estudos selecionados

Os 14 estudos analisados tratam a sustentabilidade social e econômica no desenvolvimento de software de formas distintas, o que indica que o tema ainda aparece de modo disperso na literatura. Winkler (2018) apresenta uma base conceitual centrada em valores humanos como responsabilidade, equidade e autonomia, mas sem apresentar comprovação empírica. McNamarah, Bogle e Pyne (2019) analisam adaptações em métodos ágeis e mostram que melhorias na qualidade e na eficiência podem vir acompanhadas de aumento de custos. Gustavsson e Penzenstadler (2020) observam que a dimensão social ainda é pouco integrada ao processo de desenvolvimento, e que faltam definições claras e ferramentas capazes de orientar decisões nessa área.

Outros estudos ampliam o debate ao incorporar perspectivas econômicas e sociais. Waheed et al. (2022) discutem como a economia compartilhada e as tecnologias da Indústria

5.0 podem gerar benefícios sociais e econômicos. Vlăduțescu e Stănescu (2023) analisam pesquisas sobre o metaverso e observam que o foco ainda recai sobre impactos ambientais, com pouca atenção a questões de bem-estar ou de custo. Rauf et al. (2023) estudam desenvolvedores freelance e mostram que a falta de recursos financeiros e de remuneração adequada afeta tanto a segurança quanto a viabilidade econômica dos projetos. Ayoola et al. (2024) apontam que o uso de personas leva estudantes a evitar funcionalidades prejudiciais, aproximando o design centrado no usuário das discussões sobre sustentabilidade social.

Pesquisas mais recentes ampliam ainda o foco metodológico e tecnológico. De Souza et al. (2024) e Moises de Souza et al. (2025) mostram que fatores como cultura organizacional, liderança e formação influenciam a integração de aspectos sociais nos projetos. Alhammad e Moreno (2024) propõem o framework GLUX, que combina Lean UX e gamificação ao Scrum para equilibrar bem-estar, valor econômico e colaboração. Qiang et al. (2024) unem o modelo ISO 25010 ao Life Cycle Assessment para avaliar desempenho, eficiência energética e manutenibilidade por meio de uma ferramenta automatizada. Subahi (2025) utiliza modelos de linguagem para classificar requisitos de segurança e sustentabilidade, relacionando-os à eficiência. Khan et al. (2025) discutem fatores de sucesso em projetos de computação quântica. Zayed et al. (2025) apresentam o ProFormalize, framework que incorpora intenções sociais em modelos digitais e amplia o debate para sistemas arquitetônicos.

A análise dos estudos permite agrupá-los em cinco categorias temáticas: (i) valores e requisitos sociais; (ii) processos ágeis e eficiência econômica; (iii) segurança e confiança digital; (iv) educação e alinhamento entre stakeholders; e (v) modelos de negócio e organização.

2.2.1 Valores e requisitos sociais

Os trabalhos reunidos nesta categoria enfatizam a necessidade de explicitar princípios humanos no desenvolvimento de software. Winkler (2018) propõe um catálogo de valores para orientar decisões de requisitos; Gustavsson e Penzenstadler (2020) mostram que a dimensão social ainda carece de definições consistentes; Ayoola et al. (2024) observam que o uso de personas pode levar desenvolvedores a evitar funcionalidades prejudiciais; De Souza et al. (2024) identificam que a ausência de requisitos sociais explicitados pelos clientes dificulta sua incorporação.

A preocupação com autonomia e acessibilidade também aparece em pesquisas sobre tecnologias inteligentes aplicadas a ambientes assistidos, nas quais o desenvolvimento

tecnológico é relacionado ao bem-estar de pessoas com deficiência e idosos (CRIZOSTI et al., 2025). Esse tipo de abordagem reforça a necessidade de considerar necessidades humanas como parte das decisões de desenvolvimento, em consonância com propostas que buscam explicitar valores e intenções sociais nos sistemas. Zayed et al. (2025) propõem a formalização de intenções sociais em modelos digitais como apoio a decisões de arquitetura.

2.2.2 Processos ágeis e eficiência econômica

Os estudos desta categoria tratam da relação entre eficiência, custo e adaptação de processos. McNamarah, Bogle e Pyne (2019) mostram que incluir práticas complementares em métodos ágeis pode aumentar qualidade e eficiência, embora gere custos adicionais. Em pequenas e médias empresas, Oliveira et al. (2024), identificam a utilização de abordagens preditivas, ágeis e híbridas no gerenciamento de projetos e associam essas práticas a benefícios relacionados à eficiência, à eficácia, ao atendimento de requisitos e à satisfação dos clientes. Esses resultados reforçam a importância de considerar as características organizacionais na escolha e na adaptação dos processos de desenvolvimento.

Alhammad e Moreno (2024) propõem o GLUX para integrar bem-estar ao processo de desenvolvimento. Qiang et al. (2024) fornecem métricas para combinar eficiência energética e manutenção, utilizando LCA e o modelo ISO 25010. Khan et al. (2025) acrescentam que a colaboração estruturada é relevante para projetos complexos, como os de software quântico.

2.2.3 Segurança e confiança digital

A segurança aparece como elemento central para a sustentabilidade social, associada à proteção de usuários e à confiabilidade dos sistemas. Rauf et al. (2023) mostram que a falta de incentivos financeiros prejudica a adoção de práticas seguras por freelancers, enquanto Subahi (2025) propõe automatizar a identificação de requisitos de segurança e sustentabilidade como forma de apoiar processos de desenvolvimento mais eficientes.

Em sistemas de pequeno porte, Pedrini e Carvalho (2025) identificam restrições financeiras, técnicas e organizacionais relacionadas à aplicação da LGPD e apontam a adoção de medidas proporcionais aos riscos e à capacidade operacional como alternativa para viabilizar a proteção de dados. Esses achados reforçam que segurança e privacidade não dependem exclusivamente de requisitos técnicos, mas também das condições organizacionais e econômicas nas quais o software é desenvolvido e utilizado.

2.2.4 Educação e alinhamento com stakeholders

Um conjunto de estudos trata da formação e da comunicação entre os atores do processo de desenvolvimento: De Souza et al. (2024) observam lacunas de conhecimento entre estudantes; Moises de Souza et al. (2025) mostram que a efetividade de ferramentas depende da cultura organizacional; e Ayoola et al. (2024) indicam que abordagens pedagógicas simples podem influenciar decisões de priorização.

Em uma perspectiva organizacional mais ampla, Joanella e Laimer (2023) discutem o papel da capacidade absorptiva na relação entre compartilhamento de conhecimento, inovação e desempenho, destacando a importância das habilidades internas das empresas para transformar conhecimento em inovação e melhores resultados. Essa perspectiva contribui para compreender por que a adoção de práticas sustentáveis também pode depender das capacidades organizacionais existentes.

2.2.5 Modelos de negócio e organização

Os trabalhos desta categoria tratam de estratégias organizacionais e de seus efeitos sobre a sustentabilidade. Waheed et al. (2022) analisam o impacto da economia compartilhada; Khan et al. (2025) identificam fatores organizacionais críticos em projetos de computação quântica; e Zayed et al. (2025) argumentam que incorporar intenções sociais aos modelos digitais pode fortalecer a abordagem sustentável.

2.3 Síntese do referencial teórico e lacunas identificadas

Em conjunto, os 14 estudos tratam aspectos sociais e econômicos por perspectivas distintas e em contextos variados. Há avanços conceituais e metodológicos, mas a integração entre bem-estar humano e viabilidade econômica ainda é limitada, com pouca articulação entre requisitos sociais, métricas econômicas, cultura organizacional e práticas de desenvolvimento.

Persistem lacunas quanto à ausência de definições consolidadas para a dimensão social, à falta de ferramentas capazes de integrar indicadores sociais e econômicos, às dificuldades de incorporar requisitos sociais em ambientes reais e ao impacto de restrições financeiras sobre segurança e qualidade. Essas lacunas justificam o mapeamento sistemático desenvolvido neste estudo.

3. METODOLOGIA

3.1 Abordagem do mapeamento sistemático da literatura

A metodologia adotada nesta pesquisa é o Mapeamento Sistemático da Literatura, conforme estabelecido por Petersen et al. (2008) e consolidado nas diretrizes de Kitchenham et al. (2007). O SMS é apropriado para identificar tendências, classificações, lacunas e intensidade de abordagem de um tema na literatura científica, especialmente em áreas emergentes como a sustentabilidade aplicada ao desenvolvimento de software.

O SMS estrutura-se em quatro componentes principais: (i) definição das questões de pesquisa; (ii) elaboração e execução da estratégia de busca; (iii) aplicação de critérios de inclusão e exclusão; e (iv) seleção, classificação e extração das informações relevantes. Neste estudo, a abordagem foi utilizada para mapear como as dimensões social e econômica da sustentabilidade têm sido tratadas na literatura entre 2015 e 2025, permitindo construir uma visão ampla sobre fatores de sucesso, barreiras e práticas associadas ao tema.

3.2 Estratégia de busca

A busca foi realizada nas bases Scopus e Web of Science em dezembro de 2025, escolhidas por sua ampla cobertura multidisciplinar e pelo rigor de seus processos de indexação, características valorizadas em diretrizes de mapeamentos sistemáticos da literatura. Essas bases estavam plenamente acessíveis no ambiente institucional, o que permitiu realizar a busca de forma consistente. Bases especializadas como IEEE Xplore e ACM Digital Library, amplamente utilizadas em Engenharia de Software, não estavam disponíveis no período da coleta, de modo que a estratégia de busca concentrou-se nas fontes acessíveis. Reconhece-se que essa ausência pode ter reduzido a identificação de estudos técnicos, sobretudo os publicados em conferências da área, aspecto retomado na seção 3.7.

A expressão de busca foi construída a partir de descritores relacionados ao desenvolvimento de software e às dimensões social e econômica da sustentabilidade. A consulta utilizada foi:

(("software development" OR "software engineering") AND (sustainability OR sustainable) AND (social OR economic))

Foram aplicados filtros para restringir os resultados ao período de 2015 a 2025, mantendo o foco em pesquisas recentes; apenas estudos revisados por pares, publicados em periódicos ou conferências, foram incluídos, sem restrição de idioma, desde que o texto completo estivesse disponível em inglês ou português. A busca inicial resultou em 37 estudos.

Durante a seleção e a análise, observou-se que os estudos recuperados convergiam para as mesmas abordagens e temas centrais, entre eles valores sociais, adaptações em métodos ágeis, segurança e confiança digital, educação e comunicação entre stakeholders, e modelos organizacionais; à medida que novos artigos eram incorporados à leitura completa, eles se encaixavam novamente nessas cinco categorias temáticas, repetindo padrões semelhantes de limitações metodológicas, de dificuldade em integrar bem-estar social e viabilidade econômica, e de escassez de métricas combinadas. Essa repetição consistente nos resultados, nas abordagens e nas lacunas observadas indica que houve saturação teórica dentro do conjunto acessível de publicações: os estudos recuperados nas bases utilizadas deixaram de acrescentar conceitos, categorias ou perspectivas substantivamente novas para responder às questões desta pesquisa. O corpus final é, portanto, considerado suficiente para construir um panorama confiável sobre o tema, ainda que sem a inclusão de bases especializadas adicionais.

3.3 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão foram definidos de acordo com o objetivo da revisão, contemplando: (a) estudos que abordam desenvolvimento de software; (b) investigação explícita das dimensões social e/ou econômica da sustentabilidade; e (c) disponibilidade integral do texto para análise.

Foram excluídos: (a) estudos cujo foco se restringia exclusivamente à sustentabilidade ambiental; (b) trabalhos de áreas não relacionadas à Engenharia de Software; (c) textos incompletos ou inacessíveis; e (d) estudos que mencionavam sustentabilidade sem discutir dimensões sociais ou econômicas.

A busca inicial recuperou 37 registros. Após a remoção de 10 registros duplicados, 27 estudos seguiram para a etapa de triagem por título e resumo. Nessa fase, 8 estudos foram excluídos por não atenderem aos critérios temáticos definidos, resultando em 19 estudos selecionados para leitura completa. Após a avaliação integral dos textos, 5 estudos foram excluídos por não apresentarem discussão adequada das dimensões social ou econômica da

sustentabilidade, ou por não possuírem vínculo direto com o desenvolvimento de software. Assim, 14 estudos compuseram a síntese final.

3.4 Processo de triagem e seleção

O processo de seleção seguiu as etapas recomendadas para mapeamentos sistemáticos da literatura, conforme Petersen et al. (2008), organizadas em três fases:

Fase 1, Identificação: os 37 registros recuperados nas buscas foram importados para uma planilha eletrônica e tiveram seus metadados analisados (título, autores, ano, periódico e resumo). Nessa etapa, foram identificados e removidos 10 registros duplicados, restando 27 estudos únicos para triagem.

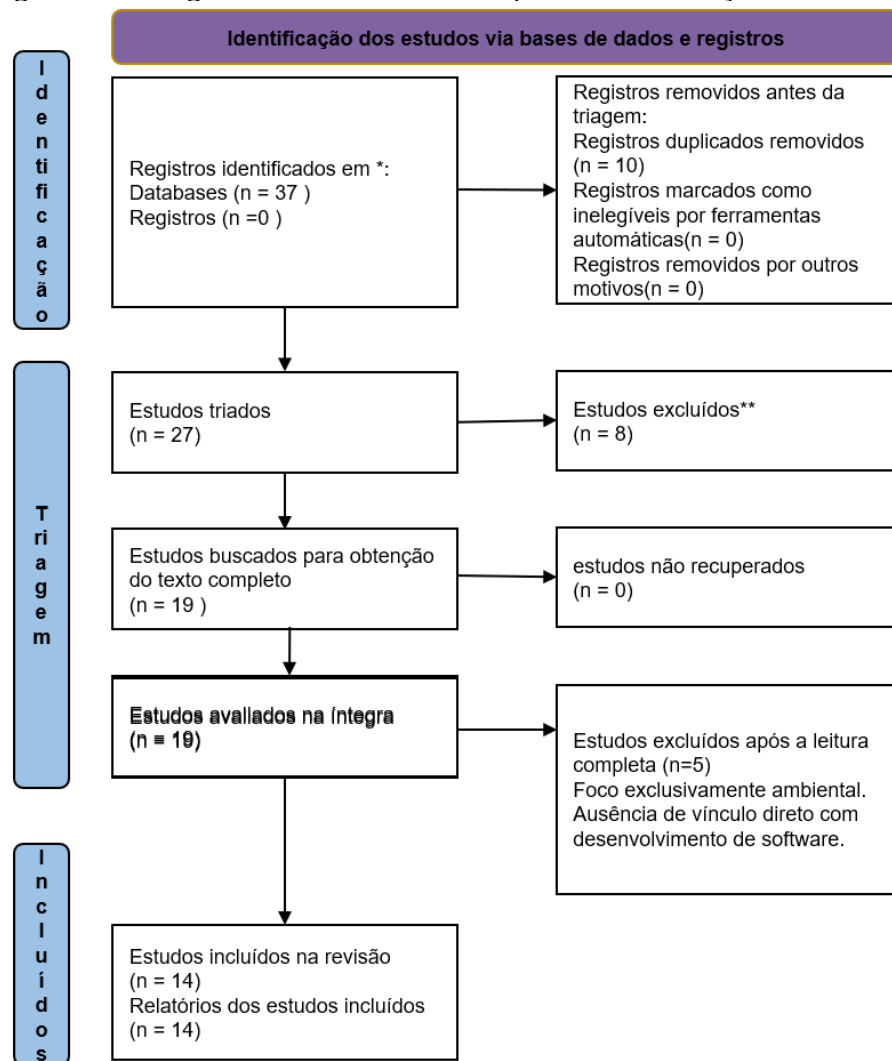
Fase 2, Triagem: os 27 estudos não duplicados tiveram seus títulos e resumos examinados à luz dos critérios definidos. Foram excluídos 8 estudos por não apresentarem relação suficiente com o tema ou com os objetivos desta revisão, restando 19 estudos para análise do texto completo.

Fase 3, Elegibilidade: os textos completos dos 19 estudos selecionados foram avaliados integralmente. Cinco estudos foram excluídos por não discutirem de maneira adequada as dimensões social ou econômica da sustentabilidade, ou por não apresentarem vínculo direto com o desenvolvimento de software. Dessa forma, 14 estudos foram considerados elegíveis e incluídos na síntese final.

3.5 Diagrama de fluxo PRISMA

O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos foi estruturado conforme as recomendações do PRISMA 2020 (Page et al., 2021), amplamente utilizado em revisões e mapeamentos sistemáticos. A Figura 1 sintetiza as etapas do processo, detalhando o número de registros identificados, as duplicatas removidas, os estudos avaliados por título e resumo, os textos completos analisados e os estudos incluídos na síntese final (37 registros identificados; 10 duplicatas removidas; 27 estudos triados; 8 excluídos na triagem; 19 textos completos avaliados; 5 excluídos na elegibilidade; 14 estudos incluídos). A adoção do PRISMA contribui para a transparência e a reprodutibilidade da pesquisa, facilitando a compreensão das decisões tomadas ao longo do processo de seleção.

Figura 1: Fluxograma PRISMA 2020 do processo de seleção dos estudos



Fonte: Os autores

3.6 Avaliação de qualidade

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada por meio de um checklist adaptado de Kitchenham et al. (2007), amplamente utilizado em pesquisas de engenharia de software. A avaliação considerou cinco aspectos: (1) clareza dos objetivos; (2) adequação do método empregado; (3) tratamento da dimensão social; (4) tratamento da dimensão econômica; e (5) apresentação de limitações. Cada critério foi classificado como "Sim", "Parcial" ou "Não", conforme a evidência apresentada pelos estudos. Os resultados dessa análise estão sintetizados no Quadro 1. A avaliação teve caráter interpretativo e serviu como apoio à análise das evidências, sem resultar na exclusão de estudos.

Quadro 1: Avaliação de qualidade dos estudos

Autor(es) / Ano	Clareza do objetivo	Adequação do método	Discussão social	Discussão econômica	Limitações declaradas
Winkler (2018)	Sim	Parcial (conceitual sem validação)	Sim	Parcial	Parcial
McNamarah, Bogle e Pyne (2019)	Sim	Sim (estudo de caso controlado)	Parcial	Sim	Parcial
Gustavsson e Penzenstadler (2020)	Sim	Sim (revisão sistemática)	Sim	Não	Parcial
Waheed et al. (2022)	Sim	Sim (survey)	Parcial	Sim	Sim
Vlăduțescu e Stănescu (2023)	Sim	Sim (survey)	Não	Não	Parcial
Rauf et al. (2023)	Sim	Sim (qualitativo)	Sim	Parcial	Sim
Ayoola et al. (2024)	Sim	Sim (experimento)	Sim	Não	Parcial
De Souza et al. (2024)	Sim	Sim (grounded theory)	Sim	Parcial	Parcial
Moises de Souza et al. (2025)	Sim	Sim (múltiplos casos)	Sim	Parcial	Sim
Alhammad e Moreno (2024)	Sim	Parcial (conceitual)	Sim	Sim	Parcial
Qiang et al. (2024)	Sim	Parcial (proposta/teste limitado)	Parcial	Sim	Parcial
Subahi (2025)	Sim	Sim (machine learning)	Sim	Parcial	Parcial
Khan et al. (2025)	Sim	Parcial (literatura/proposta)	Parcial	Parcial	Parcial
Zayed et al. (2025)	Sim	Sim (estudo de caso)	Sim	Não	Parcial

Embora nenhum estudo tenha sido removido com base nessa avaliação, os resultados obtidos foram considerados na interpretação dos achados. Trabalhos com métodos pouco

detalhados, validação limitada ou discussão parcial das dimensões social ou econômica foram analisados com maior cautela, especialmente ao identificar padrões e ao discutir a generalização dos resultados. Estudos com maior clareza metodológica, descrição consistente dos procedimentos e discussão mais robusta das dimensões avaliadas tiveram, por sua vez, maior peso na síntese. A avaliação de qualidade contribuiu, assim, para equilibrar a interpretação, evitando que as conclusões fossem influenciadas de maneira desproporcional por estudos metodologicamente mais frágeis.

3.7 Ameaças à validade

A condução deste mapeamento sistemático envolve um conjunto de ameaças à validade que precisam ser apresentadas para contextualizar o alcance e as limitações dos resultados. A primeira diz respeito à abrangência da estratégia de busca, restrita às bases Scopus e Web of Science. Embora essas bases tenham ampla cobertura, alto rigor de indexação e sejam recomendadas em diretrizes consolidadas da área, a ausência de bases especializadas como IEEE Xplore, ACM Digital Library e SpringerLink pode ter limitado a identificação de estudos relevantes publicados em conferências e periódicos específicos de Engenharia de Software. Essa restrição esteve diretamente relacionada ao acesso institucional disponível no período da pesquisa; incluir outras bases poderia ampliar a representatividade da literatura e reduzir possíveis vieses.

A expressão de busca utilizada também representa uma limitação metodológica. Apesar de ter sido construída com termos diretamente ligados às dimensões social e econômica da sustentabilidade, é possível que estudos que utilizam terminologias distintas ou descrições conceituais mais amplas não tenham sido capturados. Esse tipo de omissão é comum em mapeamentos que tratam de temas multidimensionais e ainda em consolidação, como é o caso da sustentabilidade aplicada ao desenvolvimento de software, e pode ter contribuído para o número inicial reduzido de estudos.

Outro ponto relevante está relacionado ao processo de triagem e extração dos dados, conduzido por um único pesquisador. A ausência de revisão independente por múltiplos avaliadores aumenta o risco de vieses na interpretação de títulos, resumos e textos completos, já que decisões de inclusão ou exclusão podem ser influenciadas, ainda que de forma involuntária, por julgamento individual. A literatura recomenda a verificação de concordância entre avaliadores, como o coeficiente Kappa de Cohen, para fortalecer a confiabilidade do processo; embora esse procedimento não tenha sido adotado, sua ausência é reconhecida como uma limitação que pode afetar a consistência das decisões tomadas.

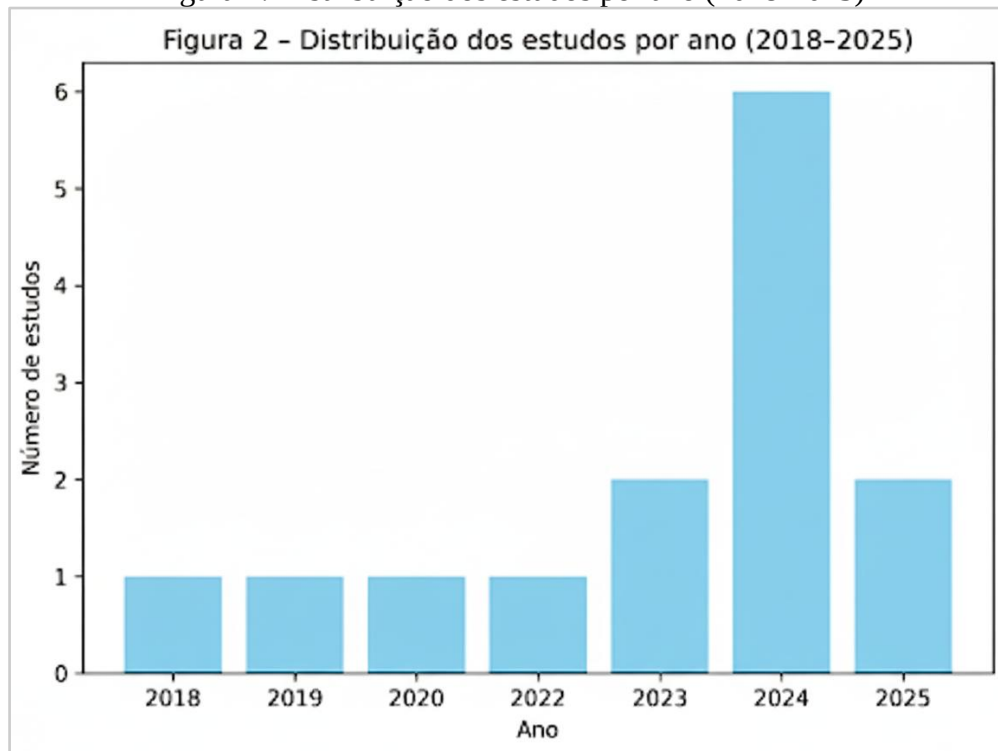
Cabe considerar, ainda, o viés de publicação, amplamente documentado em revisões sistemáticas e mapeamentos. Estudos com resultados negativos, inconclusivos ou considerados pouco inovadores tendem a ser menos publicados, especialmente em veículos de maior visibilidade, o que favorece a predominância de trabalhos com resultados positivos e pode influenciar a percepção sobre o estado da arte. Como este mapeamento se baseou exclusivamente em publicações indexadas, é possível que desafios ou perspectivas menos difundidas na literatura formal não tenham sido capturados.

Por fim, o número reduzido de estudos incluídos, totalizando 14, reflete tanto o caráter emergente do tema quanto as limitações metodológicas já mencionadas. Essa quantidade limita a generalização dos resultados e exige cautela na interpretação das tendências observadas. Ainda assim, os estudos selecionados convergiram para um conjunto consistente de categorias e abordagens, o que indica saturação teórica dentro do universo acessível ao pesquisador. As decisões metodológicas adotadas seguiram protocolos consolidados para mapeamentos sistemáticos e forneceram uma base confiável para compreender como a sustentabilidade social e econômica vem sendo abordada no desenvolvimento de software.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 14 estudos incluídos neste mapeamento indica um crescimento do interesse acadêmico pela sustentabilidade social e econômica no desenvolvimento de software ao longo do período coberto pela busca. A distribuição temporal dos trabalhos (Figura 2) mostra que, entre 2018 e 2022, a produção manteve-se baixa e irregular, com um estudo em cada um dos anos de 2018, 2019, 2020 e 2022, e nenhum registro em 2021. A partir de 2023 há um aumento expressivo, que atinge seu pico em 2024, com seis estudos, seguido por dois estudos em 2025. Esse padrão é compatível com a interpretação de que o tema é recente e vem ganhando espaço na pesquisa nos últimos anos, embora o pequeno número total de estudos recomende cautela quanto à robustez dessa tendência.

Figura 2: Distribuição dos estudos por ano (2018-2025)

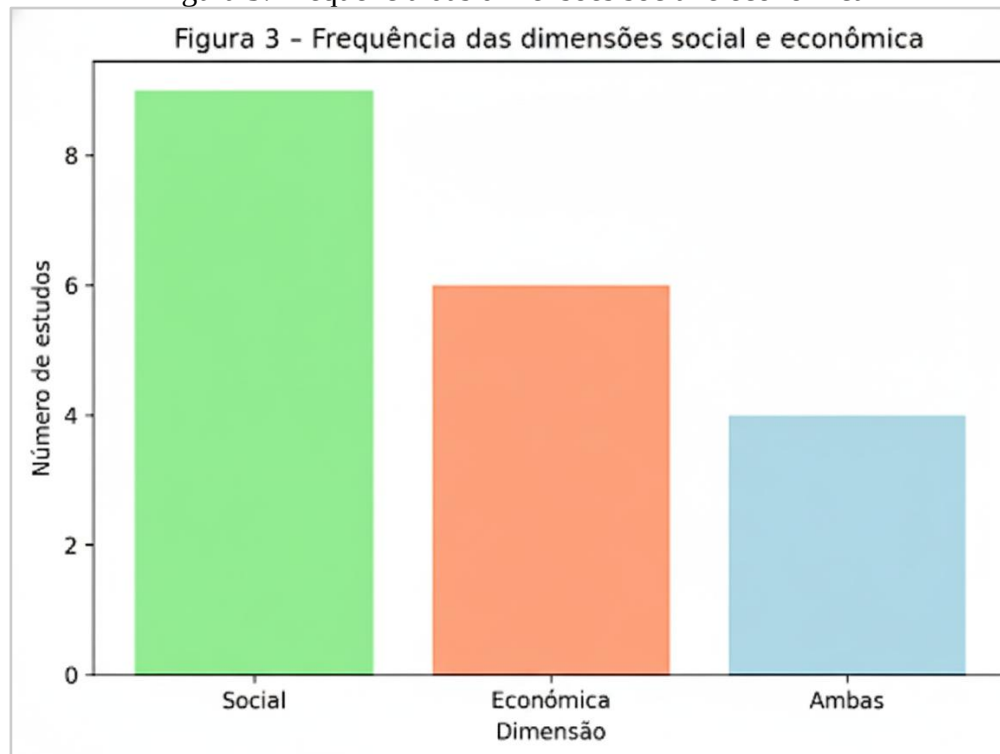


Fonte: Os autores

A frequência com que as dimensões social e econômica são abordadas está representada na Figura 3: a dimensão social aparece em nove dos 14 estudos, a dimensão econômica em seis, e apenas quatro tratam as duas dimensões de forma articulada. Essa discrepância indica que a literatura tende a discutir cada dimensão separadamente, o que ajuda a explicar a escassez de ferramentas capazes de medir simultaneamente impactos sociais e econômicos, limitação também apontada por McNamarah, Bogle e Pyne (2019) e por Qiang et al. (2024).

A reduzida quantidade de estudos que integram as duas dimensões relaciona-se ao próprio desenvolvimento fragmentado da pesquisa em sustentabilidade aplicada ao software: as dimensões evoluíram de forma dissociada, com abordagens sociais ainda pouco consolidadas e raramente articuladas às demais (GUSTAVSSON, PENZENSTADLER, 2020; PENZENSTADLER, FEMMER, 2013), e faltam métricas e instrumentos capazes de combinar impactos sociais e econômicos de forma sistemática, limitação também apontada por Qiang et al. (2024). Mesmo quando há tentativas de integração, surgem tensões práticas, como o aumento de custos decorrente de melhorias sociais no processo de desenvolvimento (MCNAMARAH; BOGLE; PYNE, 2019), o que torna essa união metodologicamente complexa e ajuda a explicar por que apenas quatro dos 14 estudos analisados abordam as duas dimensões de forma articulada.

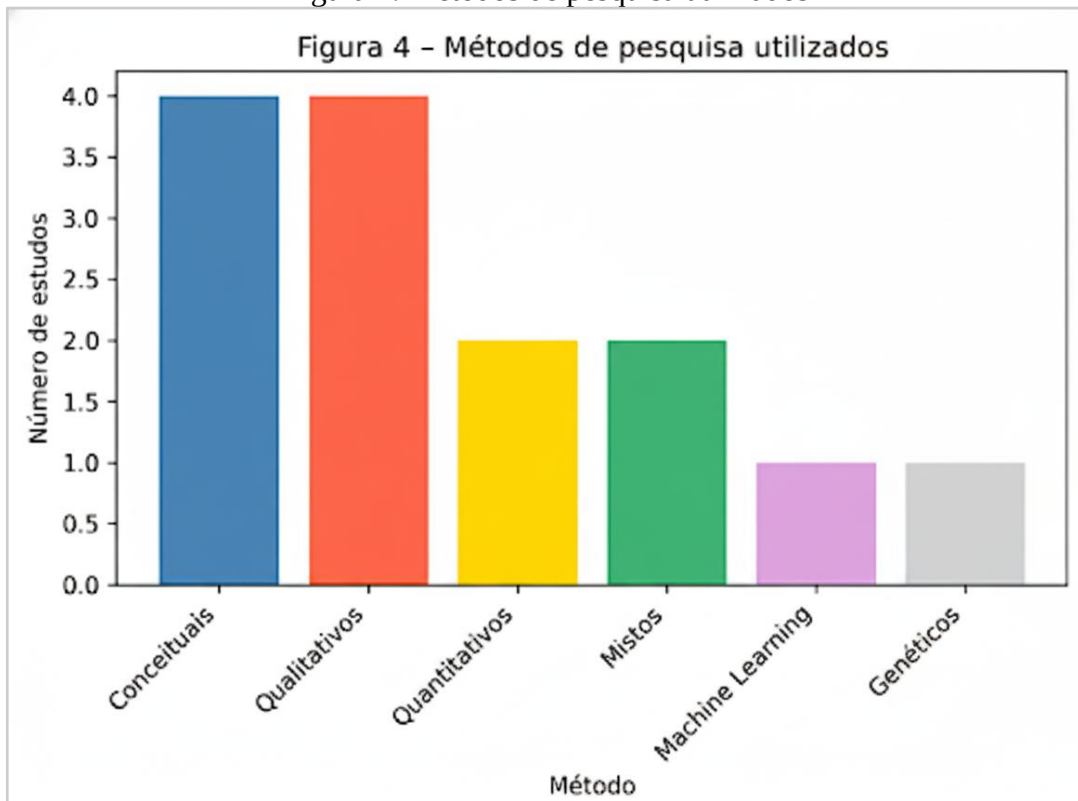
Figura 3: Frequência das dimensões social e econômica



Fonte: Os autores

Os métodos empregados pelos estudos analisados, apresentados na Figura 4, mostram outro padrão relevante: quatro trabalhos oferecem contribuições conceituais ou teóricas, quatro utilizam métodos qualitativos, dois aplicam abordagens quantitativas, dois combinam métodos mistos, um emprega técnicas de machine learning e um utiliza algoritmos genéticos. Essa diversidade metodológica sugere que a área ainda está em desenvolvimento, com predomínio de abordagens exploratórias e volume reduzido de validações em ambientes reais de desenvolvimento.

Figura 4: Métodos de pesquisa utilizados



Fonte: Os autores

As lacunas identificadas tornam evidente a dificuldade da literatura em integrar bem-estar social e viabilidade econômica. Entre as barreiras mais associadas a essa dificuldade estão a baixa compreensão sobre impactos sociais, a ausência de métricas integradas, a falta de incentivos financeiros e a resistência organizacional à mudança. Estudos qualitativos recentes, como os de Moises de Souza et al. (2025) e De Souza et al. (2024), indicam que profissionais frequentemente desconhecem como aspectos sociais influenciam a produtividade, a motivação e a retenção de equipes.

Ao lado dessas limitações, há também avanços a registrar. Alguns trabalhos propõem adaptações de métodos ágeis, com etapas adicionais de análise social e econômica, como estratégia para equilibrar bem-estar e eficiência. Essa discussão também deve considerar o contexto organizacional em que os processos são aplicados, uma vez que evidências sobre pequenas e médias empresas apontam benefícios associados à adoção de diferentes abordagens de gerenciamento de projetos, incluindo eficiência, eficácia, atendimento de requisitos e satisfação dos clientes (OLIVEIRA et al., 2024).

Abordagens baseadas em experiência do usuário e gamificação, como o GLUX de Alhammad e Moreno (2024), ampliam a compreensão sobre como decisões de design

influenciam o comportamento e a satisfação de equipes e usuários. Métodos formais, como a modelagem de intenções sociais de Zayed et al. (2025) e as ferramentas de análise baseadas na norma ISO 25010 (padrão internacional de qualidade de software que avalia características como manutenibilidade, eficiência e confiabilidade) combinada ao LCA (Life Cycle Assessment, método usado para analisar impactos ao longo do ciclo de vida de um produto ou processo), propostas por Qiang et al. (2024), contribuem para decisões mais transparentes sobre impactos socioeconômicos.

Em conjunto, os achados indicam que práticas de engenharia de software, quando combinadas a ferramentas de apoio e a ações organizacionais voltadas à formação humana, podem favorecer a integração entre sustentabilidade social e econômica. Persistem, contudo, lacunas relevantes para pesquisas futuras, entre elas a criação de métricas integradas, a validação empírica em larga escala e a compreensão mais ampla da relação entre aspectos sociais, econômicos e técnicos, o que indica que o tema, apesar do interesse crescente, permanece em fase de consolidação.

Uma análise mais detalhada dos quatro estudos que abordam simultaneamente as dimensões social e econômica permite compreender como essas perspectivas se relacionam na prática. Em McNamarah, Bogle e Pyne (2019), adaptações em métodos ágeis elevam a qualidade e a produtividade, mas também aumentam custos, o que revela um trade-off (relação de compensação em que a melhoria de um aspecto implica custo ou perda em outro) entre eficiência econômica e condições de trabalho. Qiang et al. (2024), de forma complementar, mostram que indicadores técnicos e ambientais podem ser combinados a aspectos sociais e econômicos, de modo que manutenibilidade, eficiência e qualidade percebida se articulam com fatores como satisfação e confiança dos usuários. Esses dois estudos ajudam a identificar tanto as barreiras quanto os fatores de sucesso que emergem quando se tenta integrar bem-estar humano e viabilidade financeira.

O framework GLUX, de Alhammad e Moreno (2024), trata explicitamente o bem-estar das equipes como elemento capaz de influenciar produtividade e valor entregue. Ao unir princípios de UX, gamificação e práticas do Scrum, o modelo sugere que engajamento, motivação e colaboração afetam simultaneamente resultados sociais e econômicos, o que o torna um dos exemplos mais claros de integração operacional entre as duas dimensões no corpus analisado. Essa abordagem indica que fatores humanos, com frequência negligenciados, podem

ter efeitos concretos sobre a qualidade, o ritmo de desenvolvimento e os custos associados ao trabalho.

Zayed et al. (2025) complementam essa perspectiva ao propor a formalização de intenções sociais em decisões de arquitetura, o que torna explícitos os impactos econômicos associados, como custos de implementação, adaptação e manutenção de requisitos orientados por valores sociais. Sua contribuição aponta fatores estruturais que influenciam a tomada de decisão socioeconômica ao longo do ciclo de vida dos sistemas. Em conjunto, os quatro estudos analisados nesta subseção mostram que, embora ainda pouco explorada, a integração entre sustentabilidade social e econômica já reúne evidências sobre trade-offs, desafios recorrentes e mecanismos de equilíbrio, ao mesmo tempo em que confirmam a carência de métricas integradas, de validações empíricas robustas e de ferramentas que tornem essa integração operacional na prática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este mapeamento sistemático buscou compreender como a literatura trata a sustentabilidade social e econômica no desenvolvimento de software, identificando barreiras, fatores de sucesso, métodos utilizados e o grau de integração entre essas duas dimensões. A análise dos 14 estudos selecionados mostrou que, embora o tema venha ganhando visibilidade nos últimos anos, a integração entre bem-estar humano e viabilidade financeira permanece limitada: a predominância de trabalhos voltados a apenas uma das dimensões confirma o caráter fragmentado da área, já apontado por estudos anteriores, e ajuda a explicar a escassez de modelos, ferramentas e métricas capazes de avaliar impactos sociais e econômicos de forma combinada.

As principais barreiras identificadas relacionam-se à falta de compreensão sobre como aspectos sociais influenciam produtividade e retenção, à ausência de indicadores sistemáticos e à dificuldade de conciliar melhorias sociais com custos adicionais no processo de desenvolvimento. Os fatores de sucesso, por sua vez, associam-se a adaptações de métodos ágeis, abordagens baseadas em UX e gamificação, maior clareza na formalização de requisitos sociais e fortalecimento da cultura organizacional. Em conjunto, esses achados indicam que o alinhamento entre eficiência econômica e bem-estar social depende de esforços combinados entre práticas de engenharia de software, estratégias organizacionais e suporte metodológico.

O estudo apresenta limitações que devem ser reconhecidas. A busca foi restrita às bases Scopus e Web of Science por limitações institucionais de acesso, o que pode ter reduzido a

identificação de publicações técnicas presentes em bases especializadas da área. O número reduzido de estudos incluídos também limita a generalização dos resultados, ainda que a saturação teórica observada durante a análise indique que o corpus selecionado foi suficiente para responder às questões propostas. A avaliação e a triagem foram conduzidas por um único pesquisador, o que pode introduzir vieses interpretativos. Essas limitações não comprometem a consistência das tendências identificadas, mas devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

Com base nas lacunas observadas, recomenda-se que pesquisas futuras desenvolvam métricas integradas para avaliar simultaneamente impactos sociais e econômicos, ampliem validações empíricas em contextos industriais e investiguem como fatores organizacionais, regulatórios e culturais influenciam a adoção de práticas sustentáveis. Sugere-se também expandir a análise para as dimensões ambiental e técnica, de modo a compor uma visão mais completa da sustentabilidade em software. Avançar nessas direções pode contribuir para processos de desenvolvimento mais responsáveis e alinhados a valores humanos, sem perder de vista a viabilidade econômica das organizações.

6. REFERÊNCIAS

- ALHAMMAD, Manal; MORENO, Ana. Enhancing agile software development sustainability through the integration of user experience and gamification. In: KRUCHTEN, Philippe; GREGORY, Peggy (ed.). **Agile processes in software engineering and extreme programming – Workshops: XP 2022/2023**. Cham: Springer, 2024. p. 12-20. (Lecture Notes in Business Information Processing, v. 489). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-48550-3_2.
- AYOOLA, Bimpe; KUUTILA, Miikka; WEHBE, Rina R.; RALPH, Paul. User personas improve social sustainability by encouraging software developers to deprioritize antisocial features. **arXiv**, arXiv:2412.10672, 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.10672>.
- MOISES DE SOUZA, Ana Carolina; KOOCHAKPOUR, Kaban; PAPAVALASOPOULOU, Sofia; JACCHERI, Letizia. Exploring social sustainability alignment in software development projects. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION OF NOVEL APPROACHES TO SOFTWARE ENGINEERING (ENASE)**, 19., 2024, Angers. Proceedings [...]. Setúbal: SciTePress, 2024. p. 250-261. DOI: <https://doi.org/10.5220/0012739600003687>.
- CRIZOSTI, Sky; CLETO, João Vitor; SILVA, Moizes Baptista da; DIAS, Fabricio Tadeu. Análise exploratória de tecnologias inteligentes para autonomia e acessibilidade em ambientes assistidos. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 19, n. 1, p. 41-56, 2025. DOI: <https://doi.org/10.6034/rmpe.v19i1.2164>.
- DYLLICK, Thomas; HOCKERTS, Kai. Beyond the business case for corporate sustainability. **Business Strategy and the Environment**, v. 11, n. 2, p. 130-141, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.323>.

ELKINGTON, John; ROWLANDS, Ian H. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. **Alternatives Journal**, v. 25, n. 4, p. 42, 1999.

GUSTAVSSON, Johanna Liz; PENZENSTADLER, Birgit. Blinded by simplicity: locating the social dimension in software development process literature. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ICT FOR SUSTAINABILITY, 7., 2020. **Proceedings of the 7th International Conference on ICT for Sustainability**: ACM, 2020. p. 116-127. DOI: <https://doi.org/10.1145/3401335.3401643>.

JOANELLA, Fabio; LAIMER, Claudionor Guedes. O efeito moderador da capacidade absorviva entre o compartilhamento de conhecimento, a inovação e o desempenho da empresa. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 17, n. 3, p. 86-102, 2023. DOI: <https://doi.org/10.6034/rmpe.v17i3.1854>.

KHAN, Arif Ali; AKBAR, Muhammad Azeem; LAHTINEN, Valtteri; PAAVOLA, Marko; NIAZI, Mahmood; ALATAWI, Mohammed Naif; ALIOTI, Shoayee Dlam. Correction: agile meets quantum: a novel genetic algorithm model for predicting the success of quantum software development project. **Automated Software Engineering**, v. 32, n. 1, art. 8, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10515-024-00474-5>.

KITCHENHAM, Barbara A.; CHARTERS, Stuart. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Version 2.3. Keele: Keele University; Durham: University of Durham, 2007. (EBSE Technical Report, EBSE-2007-01).

MCNAMARAH, Sophia; BOGLE, Sherrene; PYNE, Richard. Sustainable software development: a comparison of tailored agile processes. In: LACCEI INTERNATIONAL MULTI-CONFERENCE FOR ENGINEERING, EDUCATION, AND TECHNOLOGY, 17., 2019, Jamaica. **Proceedings of 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology**. Jamaica: LACCEI, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.458>.

MOISES DE SOUZA, Ana Carolina; CRUZES, Daniela Soares; DAHL-JØRGENSEN, Tangni Cunningham; JACCHERI, Letizia. Promoting social sustainability within software development through the lens of organizational readiness for change theory. **Information and Software Technology**, v. 184, p. 107755, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2025.107755>.

NEVES, Ana Clara Moledo; GONÇALVES, Daniel Alvarez; CASTRO, Tiago Ruiz de; GARRIDO, Marcio Alexandre Dias; BARBOZA, Douglas Vieira. Arquitetura de software para eficiência energética: uma revisão bibliométrica. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 19, n. 1, p. 21-40, 2025. DOI: <https://doi.org/10.6034/rmpe.v19i1.2163>.

OLIVEIRA, Ricardo Lair Franco; SILVA, Luciano Ferreira da; PENHA, Renato; BIZARRIAS, Flávio Santino. Gestão de projetos em pequenas e médias empresas. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 18, n. 2, p. 134-159, 2024.

PAGE, Matthew J.; MCKENZIE, Joanne E.; BOSSUYT, Patrick M.; BOUTRON, Isabelle; HOFFMANN, Tammy C.; MULROW, Cynthia D.; SHAMSEER, Larissa; TETZLAFF, Jennifer M.; AMBULGAR, Elie A.; BRENNAN, Sue E.; CHOU, Roger; GLANVILLE, Julie; GRIMSHAW, Jeremy M.; HRÓBJARTSSON, Asbjørn; LALU, Manoj M.; LI, Tianjing; LODER, Elizabeth W.; MAYO-WILSON, Evan; MCDONALD, Steve; MCGUINNESS, Luke A.; STEWART, Lesley A.; THOMAS, James; TRICCO, Andrea C.; WELCH, Vivian A.; WHITING, Penny; MOHER, David. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.

PEDRINI, Júlio César Ferreira; CARVALHO, Matheus Almeida de. Diretrizes para aplicação da LGPD em sistemas de software de pequeno porte. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 19, n. 1, p. 1-20, 2025. DOI: <https://doi.org/10.6034/rmpe.v19i1.2171>.

PENZENSTADLER, Birgit; FEMMER, Henning. A pattern system for sustainability design. In: **SUSTAINABILITY IN SOFTWARE ENGINEERING AND BUSINESS INFORMATION SYSTEMS**. Cham: Springer, 2013. p. 107-130.

PETERSEN, Kai; FELDT, Robert; MUJATABA, Shahid; MATTSSON, Michael. Systematic mapping studies in software engineering. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING (EASE)**, 12., 2008, Bari. **Proceedings of the 12th international conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering**. Swindon: BCS Learning & Development, 2008. p. 68-77. DOI: <https://doi.org/10.14236/ewic/EASE2008.8>.

QIANG, Yang; CHE PA, Noraini; ISMAIL, Rosli. Sustainable software solutions: a tool integrating life cycle analysis and ISO quality models. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, v. 14, n. 5, 2024. DOI: <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.5.11268>.

RAUF, Irum; PETRE, Marian; TUN, Thein Than; LOPEZ, Tamara; NUSEIBEH, Bashar. Security thinking in online freelance software development. In: **IEEE/ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING: SOFTWARE ENGINEERING IN SOCIETY (ICSE-SEIS)**, 45., 2023, Melbourne. **Proceedings of the 45th International Conference on Software Engineering**. Piscataway: IEEE, 2023. p. 13-24. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIS58686.2023.00008>.

SACHS, Jeffrey D. **The age of sustainable development**. New York: Columbia University Press, 2015.

SUBAHI, Ahmad F. Enhancing software sustainability: leveraging large language models to evaluate security requirements fulfillment in requirements engineering. **Systems**, v. 13, n. 2, art. 114, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/systems13020114>.

VLĂDUȚESCU, Ștefan; STĂNESCU, Georgiana Camelia. Environmental sustainability of metaverse: perspectives from Romanian developers. **Sustainability**, v. 15, n. 15, art. 11704, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151511704>.

WAHEED, Abdul et al. Role of industry 5.0 in leveraging the business performance: investigating impact of shared-economy on firms' performance with intervening role of I5.0 technologies. **SAGE Open**, v. 12, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1177/21582440221094608>.

WINKLER, Till. Human values as the basis for sustainable software development. In: **IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGY AND SOCIETY (ISTAS)**, 2018. **Proceedings of 2018 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS)**. Piscataway: IEEE, 2018. p. 37-42.

ZAYED, Yazan N. H.; KRISTOFFERSEN, Anna Elisabeth; LOHM, Gustaf; KAMARI, Aliakbar; SCHULTZ, Carl Peter Leslie. A formalization framework for integrating social design intentions into digital building models. **Sustainability**, v. 17, n. 17, art. 7739, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17177739>.