

Acessibilidade como um Atributo de Qualidade de Software por meio de Projetos de Engenharia de Software: Um Estudo Empírico

Richard J. M. Rocha ¹



orcid.org/0000-0002-8825-0455

Denis de Gois Marques ¹



orcid.org/0000-0002-5351-2232

Ana Carolina B. Santos ¹



orcid.org/0009-0002-2823-3300

Tamara L. D. Dallegrave ¹



orcid.org/0000-0001-9431-565X

Wylliams Barbosa Santos ¹



orcid.org/0000-0003-2578-1248

¹Escola Politécnica de Pernambuco,
Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil.

Email dos respectivos autores:

rjmr@eomp.poli.br,
denis.marques@upe.br,
acbs@eomp.poli.br,
tlad@eomp.poli.br
wbs@upe.br

DOI: 10.25286/rep.v11i3.3913

Esta obra apresenta Licença Creative Commons
Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

RESUMO

Reduzir a distância entre o aprendizado acadêmico e o desenvolvimento de software no mundo real continua sendo um desafio central na educação em Engenharia de Software. Este estudo apresenta uma iniciativa curricular que integra estudantes de graduação e pós-graduação (Mestrado e Doutorado) em equipes multidisciplinares para desenvolver soluções de software acessíveis em colaboração com parceiros da indústria, academia e governo. Utilizando a Pesquisa-Ação como metodologia, cinco protótipos funcionais foram desenvolvidos em áreas como saúde e educação. Além das competências técnicas e colaborativas, o estudo avaliou como os estudantes compreenderam e incorporaram a Pesquisa-Ação e a Acessibilidade em seus projetos. Os resultados revelam conscientização e engajamento com o design inclusivo, mas também barreiras para a implementação da acessibilidade. Ao fim da Pesquisa e Desenvolvimento, os dados sugerem que integrar avaliações de acessibilidade nas etapas iniciais de desenvolvimento, juntamente com mentoria prática, pode melhorar os resultados de aprendizagem e a qualidade do software.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia de Software; Acessibilidade; Colaboração indústria-academia; Pesquisa-Ação.

ABSTRACT

Bridging the gap between academic learning and real-world software development remains a central challenge in software engineering education. This study presents a curricular initiative that integrates undergraduate and graduate (Master's and PhD) students into multidisciplinary teams to develop accessible software solutions in collaboration with industry, academia, and government partners. Using Action Research as a methodology, five functional prototypes were developed in areas such as health and education. Beyond technical and collaborative skills, the study assessed how students understood and incorporated Action Research and Accessibility into their projects. The results reveal awareness and engagement with inclusive design, but also barriers to accessibility implementation. At the end of the Research and Development phase, the data suggest that integrating accessibility assessments in the early stages of development, along with practical mentoring, can improve learning outcomes and software quality.

KEYWORDS: Software Engineering; Accessibility; Industry-academia collaboration; Action Research.

1 INTRODUÇÃO

A distância entre o aprendizado acadêmico e o desenvolvimento de software no mundo real permanece um desafio fundamental na educação em Engenharia de Software. Essa desconexão entre o que é ensinado nas instituições de ensino e as necessidades reais da indústria de software é amplamente discutida na literatura, com estudos que investigam soluções relacionadas à adoção de métodos ágeis em diferentes contextos educacionais ao redor do mundo [2]. A indústria de software, marcada por sua rápida evolução e pela constante introdução de novos produtos e metodologias, frequentemente diverge dos currículos acadêmicos, resultando em profissionais recém-formados com experiência prática insuficiente para atender às demandas do mercado [5, 10, 12].

Para reduzir essa disparidade, a colaboração entre Indústria, Academia e Governo (IAG/IAC) surge como um mecanismo vital e altamente impactante para o avanço da Engenharia de Software [10]. Essa colaboração busca promover a troca de conhecimento, incentivar atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na indústria e permitir que a academia aplique seu conhecimento em contextos reais, além de viabilizar oportunidades de financiamento para pesquisas [9, 10, 16 17].

Nesse cenário, a Pesquisa-Ação (PA) se estabelece como uma metodologia eficaz para fortalecer essa colaboração [4, 13]. Orientada por problemas práticos, ela valoriza a pesquisa participativa e o desenvolvimento iterativo de soluções úteis, seguindo um ciclo contínuo de observação, reflexão, planejamento, ação e avaliação [13]. A PA é reconhecida como uma boa prática em colaborações entre indústria, academia e governo, com estudos indicando que essa metodologia fortalece os vínculos entre instituições [10][7].

Este estudo apresenta uma iniciativa curricular inovadora que integra estudantes de graduação e pós-graduação (mestrado e doutorado) em equipes multidisciplinares. O objetivo principal é desenvolver soluções de software acessíveis, em colaboração com stakeholders da indústria, academia e governo. Embora a participação de indivíduos de diferentes áreas do conhecimento enriqueça a troca de experiências e a disseminação de novas perspectivas, ela também pode gerar desafios relacionados à integração e ao nivelamento do conhecimento técnico.

Com o uso da Pesquisa-Ação como metodologia orientadora, o projeto resultou no desenvolvimento de cinco protótipos funcionais, mínimos e viáveis (MVPs). Além das competências técnicas e colaborativas, o estudo avaliou como os estudantes compreenderam e incorporaram a Pesquisa-Ação e a Acessibilidade em seus projetos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Colaboração entre Indústria, Academia e Governo

A colaboração entre Indústria, Academia e Governo (IAG) é um mecanismo essencial para enfrentar a desconexão entre a pesquisa acadêmica e as demandas práticas da indústria. Estudos recentes apontam diversos desafios e limitações que dificultam uma colaboração ideal entre esses setores, indicando a necessidade de modelos estruturados e estratégicos de cooperação. Uma colaboração efetiva em IAG favorece a troca de conhecimento, estimula a inovação e aborda problemas complexos, beneficiando todos os envolvidos [5, 11].

Marques et al. [9] identificaram fatores cruciais para interações bem-sucedidas entre indústria e academia, destacando especialmente a comunicação eficaz, papéis claramente definidos e objetivos compartilhados como elementos centrais para parcerias produtivas.

Wohlin et al. [17] destacam que colaborações sustentáveis dependem de alinhamento estratégico, benefício mútuo e interações consistentes. Dallegrave et al. [4], demonstram que a Pesquisa-Ação aprofunda a cooperação entre academia e indústria por meio de ciclos iterativos que envolvem ativamente os profissionais do setor. Valença et al. [16] defendem práticas educacionais, como projetos colaborativos e estágios, para aproximar a formação acadêmica das demandas reais da indústria. Por fim, Garousi et al. [5] apresentam uma revisão sistemática que consolida boas práticas e métodos estruturados capazes de fortalecer o engajamento entre os dois setores.

3 METODOLOGIA

3.1 Contexto do estudo de caso

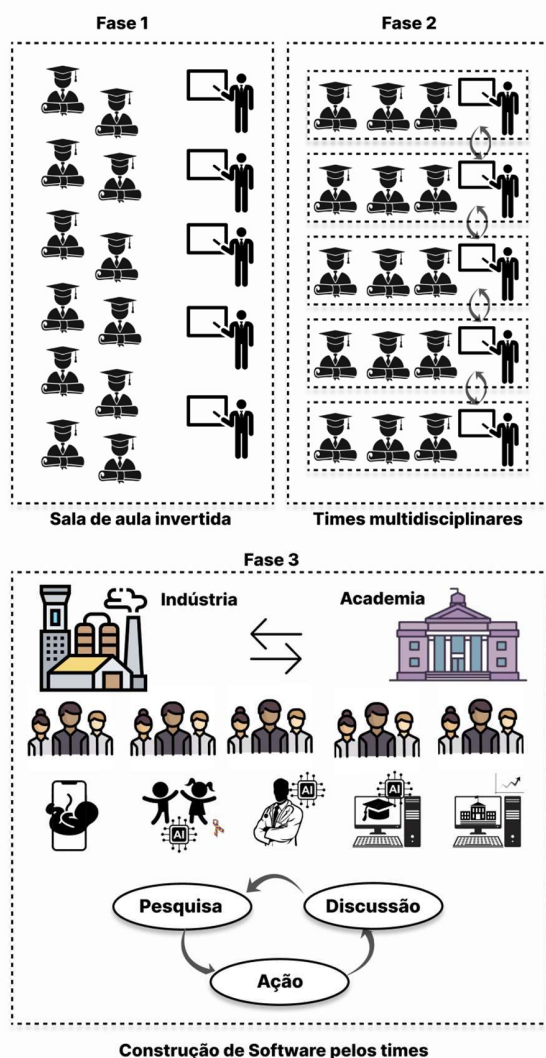
O estudo de caso apresentado por Barbosa [1] foi conduzido com apenas três equipes de estudantes realizando Pesquisa-Ação (PA) em três empresas de desenvolvimento de software (duas privadas e uma pública). Todos os estudantes eram mestrandos ou doutorandos do

Acessibilidade como um Atributo de Qualidade de Software por meio de Projetos de Engenharia de Software: Um Estudo Empírico

programa de pós-graduação em Engenharia da Computação.

A pesquisa atual foi realizada na disciplina de Engenharia de Software, ofertada no programa de mestrado e doutorado acadêmico em Engenharia da Computação e no curso de graduação em Engenharia da Computação da Universidade de Pernambuco, Brasil. As aulas contaram com o apoio de três estudantes de Estágio em Docência, que auxiliaram as equipes ao longo da disciplina. A turma era composta por 20 estudantes de graduação e 13 estudantes de mestrado/doutorado.

Figura 1: Ciclo de interação em aulas de Engenharia de Software



O principal objetivo da disciplina foi proporcionar aos estudantes contato direto com problemas reais, permitindo-os conceber e executar ações capazes de solucionar esses

problemas. Essa abordagem foi operacionalizada por meio da Pesquisa-Ação como método orientador.

Para desenvolver os projetos, utilizamos práticas ágeis, como o Scrum, dividindo as atividades em blocos menores e definindo papéis específicos para os participantes [14]. Foram formados cinco grupos, cada um composto por cinco estudantes de graduação e um líder de projeto, sendo este um pós-graduando atuando como o responsável por resolver o problema proposto, planejar as atividades e nivelar tecnicamente os demais membros. A dinâmica da disciplina está representada na Figura 1.

Projeto 1 - AutBot

Chatbot assistivo voltado à área da saúde, criado para apoiar e orientar usuários sobre o Transtorno do Espectro Autista (TEA). O objetivo foi tornar o conhecimento sobre TEA mais acessível a estudantes, educadores, famílias e pessoas no espectro, por meio de uma interface conversacional baseada em um modelo de linguagem de grande escala (LLaMA, via Ollama). O sistema oferece cadastro de usuários em conformidade com a LGPD, interações personalizadas, acesso a um repositório de FAQ curado, gerenciamento de histórico e edição de perfil. Integrado a um ecossistema mais amplo de IA, o Autbot registra as interações para identificar dúvidas recorrentes e aprimorar continuamente suas respostas a partir da análise dos dados.

Projeto 2 - Projeto Observatório 2.0

Plataforma com a proposta de promover transparência e oferecer uma visão abrangente da produção acadêmica de estudantes, docentes e egressos de uma universidade pública. Atuando como um hub centralizado, a ferramenta permite monitorar projetos em andamento, estimular colaboração e fortalecer a inovação no ambiente acadêmico. O cliente atrelado ao projeto desejava garantir que o conteúdo produzido na disciplina pudesse ser acompanhado e utilizado como recurso em turmas futuras.

Projeto 3 - ChatEdu

Chatbot educacional voltado ao apoio de estudantes de Engenharia de Software, atuando como assistente virtual para responder dúvidas conceituais e práticas com base no plano de ensino, conteúdos em sala e materiais de apoio. O sistema armazena o histórico das interações, permitindo que docentes identifiquem dúvidas recorrentes e aprimorem suas estratégias

pedagógicas. Entre suas funcionalidades estão processamento de linguagem natural com um Modelo de Linguagem de Grande Escala, gestão contextual de conversas, registro e análise das interações e suporte personalizado ao longo do semestre. O cliente buscava reduzir o tempo de busca por informações, oferecendo uma ferramenta de IA capaz de fornecer respostas rápidas e precisas.

Projeto 4 – Copilot Médico

Ferramenta online de IA baseada na API Gemini do Google e implementada como extensão de navegador para aprimorar a interação de profissionais de saúde com dados de pacientes. Atuando como um assistente inteligente, o sistema lê e interpreta informações de Prontuários Eletrônicos de Saúde diretamente em páginas web, permitindo extração e análise rápidas. Suas principais capacidades incluem recuperação automatizada de dados em plataformas médicas, upload e processamento de exames em PDF com PyPDF2, interpretação de consultas médicas por NLP, anonimização local de dados com spaCy e gerenciamento de histórico por IDs anônimos. O cliente buscou melhorar o fluxo de trabalho de médicos e enfermeiros e qualificar a interação com pacientes, enquanto o armazenamento estruturado das consultas possibilita análises futuras e respostas mais precisas baseadas em interpretações clínicas aprimoradas.

Projeto 5 - MyFetus

Aplicativo gamificado de acompanhamento pré-natal voltado a reduzir riscos à saúde, oferecer informações confiáveis e promover conexões seguras entre gestantes, suas famílias e profissionais de saúde. Pensado para contextos de vulnerabilidade social e acesso limitado a serviços médicos, o app atende gestantes que dependem do celular como principal fonte de informação. O cliente, médico, buscava possibilitar análises mais inteligentes sobre o andamento da gestação e facilitar a comunicação entre pacientes e profissionais mesmo sem contato síncrono.

3.2 Estrutura de Colaboração e Implementação da Pesquisa-Ação

Para operacionalizar os objetivos do estudo, foi estabelecida uma estrutura de colaboração fundamentada nos princípios da Pesquisa-Ação (PA). Esse framework guiou todo o ciclo

investigativo, enquanto a prática ágil Scrum foi adotada para o gerenciamento dos projetos de desenvolvimento de software [8].

A execução dos projetos foi organizada em equipes multidisciplinares. Cada equipe era composta por cinco estudantes de graduação, liderados pelos estudantes de pós-graduação, que variavam entre um e dois membros.

3.3 Elementos curriculares desenvolvidos

O desenho metodológico da disciplina foi estruturado para aproximar teoria acadêmica e prática da indústria, abordando diretamente o problema de pesquisa. A estrutura da disciplina foi baseada em uma abordagem dual, combinando conteúdos fundamentais do plano de curso com atividades dinâmicas e práticas conduzidas por profissionais com ampla experiência na indústria. Esse modelo evitou o problema recorrente de pesquisas dissociadas do estado da arte. O conteúdo central do programa incluiu tópicos tradicionais, como Engenharia de Requisitos, Qualidade e Testes de Software e Metodologias Ágeis.

Além disso, aulas expositivas foram incluídas para apresentar temas emergentes, como Engenharia de Software Baseada em Evidências, Aplicações Avançadas em Testes de Software, Usabilidade de Software e Práticas Modernas de Engenharia de Software. O programa também abrangeu competências práticas essenciais, incluindo princípios de Gerência de Configuração de Software, metodologias de Elicitação Ágil de Requisitos, fundamentos de Engenharia de Usabilidade e aplicação local de controle de versão com Git. Essa estrutura garantiu que os estudantes recebessem a base necessária antes de enfrentar a etapa prática, composta por ciclos semanais de desenvolvimento e validação que caracterizam o processo iterativo do método.

A execução dos projetos foi organizada em ciclos semanais de desenvolvimento e validação ao longo de mais de seis semanas, seguindo práticas e cerimônias específicas, como o *daily stand-up*, reconhecido como parte essencial para sincronização e resolução de problemas em equipes [15]. Para gerir os projetos, foi implementada uma estrutura específica na qual estudantes de pós-graduação atuavam como Product Owners. Os professores da disciplina atuaram como facilitadores, conduzindo duas retrospectivas semanais: uma focada na gestão da equipe e outra no progresso técnico.

Essa abordagem evita um erro comum - estudantes trabalhando de forma isolada e com pouca interação - e garante que o projeto mantenha foco, evitando a inclusão de elementos que extrapolam os objetivos iniciais.

Tabela 1: Seções com títulos correspondentes e intervalos de perguntas de pesquisa.

Seção	Título	QP
1	Perfil do Participante	RQ01-RQ07
2	Tamanho da Equipe e Duração do Projeto	RQ08- RQ09
3	Desafios e Benefícios na Pesquisa-Ação	RQ10-RQ14
4	Desafios e Benefícios para a Indústria e a Academia na Pesquisa-Ação	RQ15-RQ20
5	Percepções de Satisfação e Aprendizagem	RQ21-RQ26
6	Acessibilidade no Desenvolvimento de Software	RQ27-RQ33

3.4 Coleta de Dados

A Tabela 1 apresenta a definição das seções preenchidas pelos participantes ao término da disciplina. O roteiro completo do questionário está disponível, com dados sensíveis ocultos, no link: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16635288>

4 RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados coletados, estruturados de acordo com o questionário de pesquisa e os detalhes metodológicos descritos neste artigo. Os dados derivam das descrições metodológicas e do contexto do estudo.

A colaboração resultou no desenvolvimento de cinco protótipos funcionais (MVPs). Após a entrega final dos softwares, os estudantes foram instruídos a preencher todas as seções dos formulários de avaliação, também disponíveis no link acima.

4.1 Seção 1 - Perfil dos Participantes e Estrutura das Equipes

Dos participantes da pesquisa ($N = 33$), 20 se identificaram como homens (60,6%), 12 como mulheres (36,4%) e 1 como não binário (3%). Quanto à idade, a maioria está entre 20 e 30 anos (22 participantes, 66,7%), seguida por indivíduos com mais de 30 anos (7 participantes, 21,2%) e um grupo menor com menos de 20 anos (4 participantes, 12,1%).

Em relação ao status profissional, 25 participantes (75,8%) se identificaram como

estudantes, 2 (6,1%) como profissionais, e 6 (18,1%) como estudantes e profissionais simultaneamente.

Quanto ao nível educacional, 21 participantes (63,6%) são estudantes de graduação, 9 (27,3%) são estudantes de mestrado e 3 (9,1%) são doutorandos.

Os cargos atuais foram agrupados em cinco categorias principais:

- 23 participantes (69,7%) se identificaram exclusivamente como estudantes,
- 3 (9,1%) como professores ou instrutores,
- 3 (9,1%) como gerentes ou consultores,
- 2 (6,1%) como desenvolvedores,
- 2 (6,1%) como analistas (de dados, redes ou testes).

Considerando a experiência no cargo atual ou no programa de estudos, a maioria dos participantes relatou entre 2 e 2,5 anos (18 participantes, 54,5%), seguida por menos de 1 ano (3 participantes, 9,1%), 3 anos (2 participantes, 6,1%), 5 anos (2 participantes, 6,1%) e mais de 7 anos (6 participantes, 18,2%).

Por fim, no que diz respeito à experiência na área de TI, 23 participantes (69,7%) possuem entre 1 e 5 anos de experiência, 6 (18,2%) têm menos de 1 ano e 5 (15,1%) possuem mais de 6 anos de experiência. A maioria dos respondentes relata entre 1 e 5 anos tanto na função atual (51,5%) quanto na área de TI como um todo (36,4%).

4.2 Seção 2 - Tamanho das Equipes

Os participantes foram organizados em cinco grupos de trabalho. Cada equipe era composta por um número de estudantes de graduação e estudantes de pós-graduação atuando como Líderes de Projeto.

A influência do tamanho das equipes e da duração do projeto sobre o uso da Pesquisa-Ação foi analisada por meio das questões RQ8 e RQ9. As respostas à RQ8 "*O tamanho da equipe influenciou positiva ou negativamente o uso da Pesquisa-Ação?*". 25 de 33 participantes relataram uma influência positiva; apenas 4 relataram impacto negativo e outros 4 consideraram que o tamanho da equipe não teve efeito relevante.

Quanto à RQ9 "*A duração do projeto influenciou positiva ou negativamente a aplicação da Pesquisa-Ação?*", 20 estudantes consideraram o tempo alocado como benéfico, 5 o perceberam como um fator limitante e 8 expressaram opinião neutra. A duração de quatro meses, organizada em sprints semanais, foi, de modo geral, bem

recebida, oferecendo tempo suficiente tanto para as atividades iniciais de onboarding quanto para o desenvolvimento estruturado dos MVPs e da documentação associada.

4.3 Seção 3 – Duração do Projeto e Metodologia

Acerca das respostas entre a **RQ10** e **RQ14**, as dificuldades enfrentadas na fase de planejamento foram organizadas em quatro agrupamentos principais. O primeiro refere-se à adaptação a novas ferramentas e metodologias, evidenciando a transição para um contexto mais profissional. O segundo diz respeito a problemas de escopo e direcionamento, marcados por indefinições iniciais e pela necessidade de ajustes ao longo do projeto. O terceiro envolve dificuldades na gestão da equipe, com entraves gerados por atribuições pouco efetivas. Por fim, o quarto agrupamento destacou a complexidade de compreender o projeto como um todo para sua divisão em sprints executáveis. Esses achados reforçam a relevância de orientações claras, planejamento estruturado e alinhamento da equipe na fase inicial.

Em relação aos desafios na fase de Intervenção/Ação, um participante relatou: "*Sim, isso foi causado por dificuldades na fase de planejamento. Como os papéis e metodologias não estavam claramente compreendidos, a fase de ação ocorreu com mais desafios do que o esperado.*" (P33, Estudante de Pós-Graduação). Os relatos foram organizados em cinco clusters temáticos: **Gestão do tempo e equilíbrio** com outras Atividades foi mencionado por 4 participantes, envolvendo a conciliação com demandas acadêmicas ou profissionais, **Dificuldades técnicas**, citado por 6 participantes, refere-se principalmente à aprendizagem de novas ferramentas e tecnologias, sobretudo no contexto do desenvolvimento web, **Processo e metodologia**, também com 6 relatos, engloba dificuldades na aplicação do Scrum e na compreensão da pesquisa-ação, **Dinâmica Interpessoal e Comunicação na Equipe** foi mencionado por apenas 1 participante e, por fim, **Ausência de desafios significativos** concentrou 16 participantes, que afirmaram não ter enfrentado dificuldades relevantes ou que estas foram consideradas esperadas e administráveis.

Na **fase de avaliação**, quatro clusters foram identificados. Uma parcela significativa dos participantes (66,6%) relatou não ter encontrado

desafios substanciais, destacando que a equipe foi participativa e que o processo de avaliação ocorreu de forma tranquila. No entanto:

- 18,2% apontaram falta de clareza nos critérios de avaliação, tanto de autoavaliação quanto de avaliação entre pares, indicando a necessidade de rubricas mais explícitas;
- 9,1% demonstraram preocupação em avaliar soluções de outras equipes sem oportunidade de testá-las na prática -especialmente participantes com perfil mais técnico;
- 6,1% mencionaram ausência de introdução adequada à metodologia de Pesquisa-Ação, o que pode ter limitado a compreensão da etapa.

Essa categorização destaca oportunidades para aprimorar a reflexão estruturada e o feedback entre equipes.

Na **Fase de reflexão**, a maioria (86,8%) relatou não ter enfrentado dificuldades, indicando que essa etapa ocorreu de maneira fluida. Um pequeno grupo mencionou que a reflexão ocorreu com consenso e facilidade (5,3%), e um participante enfatizou a importância de reconhecer aprendizagens para ações futuras (2,6%). Outro grupo minoritário (2,6%) apontou falta de explicação prévia sobre a metodologia de ação, o que pode ter influenciado sua participação.

De modo geral, os achados indicam boa aceitação da fase reflexiva, embora haja espaço para aprimorar a clareza metodológica para apoiar melhor o entendimento dos participantes.

A fase de planejamento concentrou a maior parcela dos desafios (60,6%), especialmente relacionados à compreensão do projeto, definição de estratégias, aprendizagem e organização inicial. A fase de intervenção/ação respondeu por 30,3% dos relatos, envolvendo dificuldades na execução, distribuição de tarefas, disponibilidade da equipe e implementação prática. Por fim, as fases de avaliação e reflexão foram mencionadas por 12,1%, sobretudo em relação ao consenso e à análise dos resultados.

4.4 Seção 4 - Desafios e Benefícios para a Indústria e Academia na Pesquisa-Ação

Para a **RQ15**, que investigou se o método escolhido foi representativo no fortalecimento dos vínculos entre academia, indústria e governo, a maioria dos participantes respondeu afirmativamente. Entre os 33 respondentes, 27 concordaram, indicando forte apoio à eficácia do método em promover colaboração entre esses

setores. Apenas 6 participantes discordaram, sugerindo que, embora a abordagem tenha sido bem aceita, uma pequena minoria percebeu limitações. No geral, os resultados destacam uma percepção amplamente positiva do papel da metodologia na aproximação entre atores-chave.

Na **RQ16**, avaliou se os participantes acreditam que a indústria e o governo estão abertos a aplicar esse método de pesquisa, as respostas foram majoritariamente positivas, mas apresentaram maior dispersão. Dos 33 participantes, 24 responderam “sim”, indicando otimismo quanto à abertura desses setores para adotar a metodologia. Contudo, 9 respondentes expressaram dúvida ou discordância, refletindo ceticismo de parte dos estudantes. Esses resultados sugerem que, embora exista confiança na adoção, permanecem desafios ou reservas significativas para uma parcela dos respondentes.

Na **RQ17**, os participantes destacaram diversos benefícios da aplicação da Pesquisa-Ação (PA) no contexto acadêmico. Entre eles:

- fortalecimento da conexão entre teoria e prática;
- preparação dos estudantes para desafios reais do mercado;
- promoção da aprendizagem ativa por meio da resolução de problemas reais;
- aprimoramento das práticas de ensino;
- desenvolvimento de trabalho em equipe e habilidades de liderança;
- aumento do impacto social das iniciativas acadêmicas.

A PA também foi vista como um meio de introduzir tecnologias e metodologias relevantes para o mercado de trabalho, aumentando a prontidão profissional dos estudantes e estimulando o pensamento crítico.

Em contraste, a **RQ18** explorou os desafios da implementação da PA em ambientes acadêmicos. O obstáculo mais citado foi a limitação de tempo, devido ao caráter mais exigente da PA quando comparada a disciplinas tradicionais. Outras dificuldades mencionadas incluíram:

- manter o engajamento dos estudantes;
- lidar com processos burocráticos (como obtenção de dados ou financiamento);
- superar resistências institucionais a abordagens inovadoras;
- coordenar equipes multidisciplinares;
- garantir feedback consistente ao longo do ciclo de pesquisa.

Em conjunto, os dados das RQ17 e RQ18 mostram que, embora a PA seja amplamente valorizada pelo seu impacto pedagógico, sua adoção exige superar barreiras estruturais, logísticas e culturais.

A **RQ19** investigou os benefícios da aplicação da PA para melhorias práticas nos setores industrial e governamental. As respostas destacaram vantagens como: melhor formação profissional; inovação de baixo custo; fortalecimento da colaboração entre academia e prática; desenvolvimento de soluções adaptáveis e de alto impacto.

4.5 Seção 5 - Percepções de Satisfação e Aprendizado

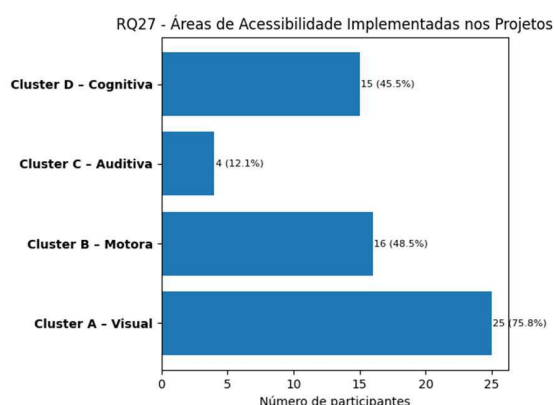
Quanto à **RQ22**, os participantes expressaram satisfação geralmente positiva quanto ao uso da PA na disciplina. A maior parte (cerca de 22 de 33) declarou-se “totalmente satisfeita” ou “muito satisfeita”, enquanto alguns (aproximadamente 3) afirmaram estar “um pouco satisfeitos”, e uma minoria similar (cerca de 3) relatou insatisfação. Esses resultados evidenciam elevado grau de aprovação da integração da PA ao currículo.

Já na **RQ26**, sobre discussões de acessibilidade durante o desenvolvimento dos projetos, a maioria (20 de 33) confirmou que suas equipes discutiram ativamente o tema, respondendo “certamente” ou “provavelmente sim”. Cerca de 8 participantes discordaram ou discordaram fortemente, e aproximadamente 5 foram neutros, refletindo variação no nível de engajamento com acessibilidade entre as equipes.

4.6 Seção 6 - Acessibilidade

Para a **RQ27**, que buscou mapear o uso de diferentes áreas de acessibilidade, as respostas foram distribuídas em cinco grupos, conforme ilustrado na figura abaixo.

Figura 2: Respostas da RQ27: Elementos e critérios de Acessibilidade incorporados nos projetos



As respostas da **RQ27** foram organizadas por meio de um processo de clusterização conceitual, no qual cada elemento de acessibilidade foi classificado de acordo com a principal área funcional impactada: Visual (A), Motora (B), Auditiva (C) ou Cognitiva (D). Os itens do cluster A contemplam aspectos relacionados à percepção da interface, como contraste, legibilidade, tamanhos de elementos, feedback visual, leitura por leitores de tela e controle de estímulos visuais. O cluster B agrupa recursos voltados à facilitação da interação, incluindo simplificação de ações, flexibilização do tempo e redução da complexidade operacional. O cluster C reúne elementos associados à independência de informações sonoras, como a não dependência exclusiva de áudio. Por fim, o cluster D abrange estratégias relacionadas à organização da informação, clareza da linguagem, uso correto de elementos semânticos e apoio à compreensão por meio de mensagens de erro informativas. Esse agrupamento permitiu uma análise mais sintética e interpretável da distribuição das práticas de acessibilidade nos projetos avaliados.

A análise das respostas evidencia diferentes níveis de atenção dos participantes às dimensões de acessibilidade. O maior conjunto, composto por 25 respostas, destacou aspectos de conteúdo estruturado e coerente, como linguagem simples, mensagens de erro claras e utilização de testes automatizados. Nove respostas enfatizaram elementos relacionados ao layout da interface, incluindo tamanho dos botões e organização visual. Seis respostas abordaram recursos de acessibilidade sensorial, especialmente compatibilidade com leitores de tela e navegação por teclado. Cinco respostas mencionaram contraste visual e mecanismos de feedback, como rotulagem adequada e indicadores de foco. Por fim, uma resposta afirmou explicitamente a ausência de qualquer recurso de acessibilidade.

Essa distribuição revela uma atenção heterogênea às diferentes categorias de acessibilidade, indicando variação no nível de maturidade e compreensão dos participantes sobre o tema.

Os dados da **RQ28** foram organizados em sete clusters representativos de diferentes níveis de engajamento com a acessibilidade. O grupo mais expressivo (13 registros) evidenciou compromisso ativo, com a adoção de práticas concretas de interface, como contraste adequado, botões legíveis, design responsivo e tamanhos de fonte apropriados. Um segundo agrupamento indicou a adoção de boas práticas gerais, porém sem detalhamento técnico (5 registros), enquanto outro revelou apenas preocupação conceitual, sem evidências objetivas de implementação (8 registros). Também foram identificados relatos de aplicação limitada por restrições de tempo ou experiência técnica (5 registros), menções a planejamento inicial com requisitos de acessibilidade (3 registros), além de casos de incerteza ou transferência de responsabilidade (3 registros). Por fim, 6 registros foram classificados como incompletos ou não relacionados ao tema.

Na **RQ29**, voltada à identificação de desafios no desenvolvimento com foco em acessibilidade, os dados foram organizados em seis categorias principais. O grupo mais numeroso (10 participantes) indicou ausência de dificuldades ou afirmou que a acessibilidade não se aplicava ao projeto. Em seguida, 7 participantes apontaram a falta de conhecimento ou experiência como principal barreira. As limitações técnicas e de ferramentas foram mencionadas por 5 participantes, incluindo restrições de frameworks e tempo de processamento. Outros 5 relatos destacaram desafios de interface e design, envolvendo ajustes de layout, cores e botões. Um grupo menor (3 participantes) evidenciou a ausência de validação com usuários reais, especialmente pessoas com deficiência. Por fim, 3 registros indicaram restrições de tempo, escopo e prioridades como fatores limitantes para a plena implementação da acessibilidade.

Na **RQ30**, que investigou a consideração do uso do software por pessoas com deficiência, os dados foram organizados em três categorias. Um grupo restrito demonstrou preocupação central com a acessibilidade, citando recursos específicos como modo claro/escuro ou caracterizando-a como objetivo principal do projeto. Outro grupo apresentou consciência parcial, mencionando o

tema de forma indireta ou por herança de decisões de equipes anteriores, sem aprofundamento. Entretanto, a maioria dos participantes indicou que a acessibilidade não foi considerada ou priorizada, sobretudo em função de restrições de tempo e foco em outras demandas do projeto, reforçando a necessidade de sua incorporação desde as fases iniciais do desenvolvimento.

Na **RQ31**, que mapeou ações acessíveis que poderiam ser introduzidas no início do projeto, predominou a percepção de que a acessibilidade deveria ter sido priorizada desde o planejamento inicial, com a inclusão de recursos como navegação por teclado, leitores de tela, ajustes visuais e interação por voz, além da realização de testes com usuários com deficiência. Em contrapartida, parte dos participantes indicou que não promoveria mudanças, principalmente em função de restrições de tempo e escopo.

Na **RQ32**, que solicitou aos participantes definirem acessibilidade em uma única palavra, o termo **"Inclusão"** foi o mais frequente, 12 vezes. Além desse termo, os estudantes também associaram acessibilidade a valores como, universalidade, democratização e equidade. As respostas indicam que a acessibilidade é vista não apenas como uma preocupação técnica, mas como um meio de promover acesso universal aos ambientes digitais.

Vários participantes ressaltaram a importância do foco no usuário final, reforçando que o design acessível deve priorizar necessidades diversas e experiências reais. Outros enfatizaram a flexibilidade necessária para adaptar sistemas a diferentes contextos. Assim, a acessibilidade aparece como um caminho para a democratização da tecnologia, garantindo que sistemas atendam usuários com diferentes capacidades e origens.

5 DISCUSSÃO

A utilização da PA facilitou a transferência do conhecimento teórico da academia para aplicações práticas, ao mesmo tempo em que proporcionou aos estudantes experiência valiosa no enfrentamento de desafios reais de engenharia de software. Esse arcabouço metodológico possibilitou ciclos iterativos de observação, reflexão, planejamento, ação e avaliação, permitindo que as equipes adaptassem suas soluções com base no feedback contínuo dos *stakeholders*.

Reuniões semanais, sessões de planejamento de sprint e retrospectivas garantiram comunicação eficaz entre todas as partes envolvidas, mantendo o alinhamento com os objetivos do projeto e as expectativas dos clientes. A metodologia mostrou-se particularmente eficaz na promoção da colaboração entre indústria e academia.

Entre os pontos fortes, destacam-se o engajamento efetivo proporcionado pela aprendizagem prática, o fortalecimento das conexões entre academia e indústria e o aumento da conscientização sobre acessibilidade. Por outro lado, as áreas de melhoria evidenciam a necessidade de:

- integração antecipada dos requisitos de acessibilidade, apoiada por ferramentas de avaliação;
- treinamento especializado sobre design inclusivo e testes de acessibilidade;

Os estudantes enfatizaram a importância de tópicos centrais de acessibilidade, como acessibilidade semântica e estrutural, clareza visual e de interação, controles de entrada flexíveis e considerações cognitivas e sensoriais, conforme orientam diretrizes consolidadas de acessibilidade (ver Figura 3). O reconhecimento desses princípios indica uma compreensão implícita de requisitos fundamentais de acessibilidade, mesmo antes de uma instrução formal.

Figura 3: Mapeamento de requisitos comuns de acessibilidade durante o desenvolvimento



6 CONCLUSÃO

Este estudo apresentou uma iniciativa curricular baseada na Pesquisa-Ação, que integrou estudantes de graduação e pós-graduação em equipes multidisciplinares para o desenvolvimento de cinco protótipos funcionais de software em parceria com os setores da indústria, academia e governo. A abordagem combinou práticas ágeis, como o Scrum, com ciclos iterativos de observação, reflexão,

planejamento e ação, promovendo um ambiente de aprendizagem aplicado.

Os resultados indicaram elevada efetividade da proposta na articulação entre teoria e prática, no fortalecimento da colaboração intersetorial e no aumento do engajamento discente, além de promover maior conscientização sobre acessibilidade.

Como principais desafios, destacou-se a fase de planejamento, apontada por 60,6% dos participantes, especialmente em função da definição do escopo e da curva de aprendizagem de novas ferramentas.

REFERÊNCIAS

- [1] BARBOSA, Aline F. et al. Fostering Industry-Academia Collaboration in Software Engineering using Action Research: A Case Study. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE (SBQS 2020)**, XIX., 2020. Publisher Name, 2020. p. 411–419.
- [2] CHOOKITTIKUL, Wanida; et al. Reducing the gap between academia and industry: the case for agile methods in Thailand. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY: NEW GENERATIONS**, 8., 2011. p. 239–244.
- [3] SILVA, R. G. da et al. Development of an Automated Machine Learning Solution for Educational Data Mining. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND KNOWLEDGE ENGINEERING (SEKE 2021)**, 33., 2021. p. 195–198.
- [4] DALLEGRAVE, Tamara et al. Action Research for Industry-Academia Collaboration: A Replication Study. In: **IBERIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (CISTI)**, 18., 2023. p. 1–6.
- [5] GAROUSI, Vahid et al. Closing the Gap Between Software Engineering Education and Industrial Needs. *IEEE Software*, v. 37, n. 2, p. 68–77, 2020.
- [6] GASPARETTO, Marco et al. Efficacy of digital health technologies in the management of inflammatory bowel disease: an umbrella review. *The Lancet Digital Health*, v. 7, n. 5, 2025.
- [7] KANG, Yankun et al. Bridging the ivory tower and industry: How university science parks promote university-industry collaboration? *Research Policy*, v. 54, n. 6, 2025.
- [8] KOCK, Ned. The three threats of action research: a discussion of methodological antidotes. *Information Technology & People*, v. 17, n. 2, p. 142–158, 2004.
- [9] MARQUES, Denis de Gois et al. Industry-Academia Collaboration in Agile Methodology: a Systematic Literature Review. In: **IBERIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (CISTI)**, 17., 2022.
- [10] MARQUES, Denis et al. Industry, Academia, and Government Collaboration to Reduce Gaps in Software Engineering: Applications for Students and Professionals in Career Transition. In: **BRAZILIAN SYMPOSIUM ON SOFTWARE QUALITY (SBQS 2024)**, XXIII., 2024. ACM, Salvador, 2024. p. 1–8.
- [11] MARQUES, Denis et al. Successful Practices in Industry-Academia Collaboration in the Context of Software Agility: A Systematic Literature Review. *Enterprise Information Systems*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 292–310.
- [12] OGUZ, D. et al. Perspectives on the Gap Between the Software Industry and the Software Engineering Education. *IEEE Access*, v. 7, p. 117527–117543, 2019.
- [13] PETERSEN, Kai et al. Action research as a model for industry-academia collaboration in the software engineering context. In: **INTERNATIONAL WORKSHOP ON LONG-TERM INDUSTRIAL COLLABORATION ON SOFTWARE ENGINEERING (WISE '14)**, 2014, Västerås. ACM, 2014. p. 55–62.
- [14] SCHWABER, Ken et al. *Agile Software Development with Scrum*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002. 158 p.
- [15] STRAY, Viktoria et al. The daily stand-up meeting: A grounded theory study. *Journal of Systems and Software*, v. 114, 2016.
- [16] VALENÇA, Marcela et al. Mercado de trabalho em Tecnologia da Informação (TI): análise de um experimento de aproximação entre academia e indústria no Porto Digital. In: **WORKSHOP SOBRE ASPECTOS SOCIAIS, HUMANOS E ECONÔMICOS DE SOFTWARE (WASHES)**, VIII., 2023, João Pessoa. SBC, 2023.
- [17] WOHLIN, Claes et al. The Success Factors Powering Industry-Academia Collaboration. *IEEE Software*, v. 29, p. 67–73, 2012.