

# A Qualitative Evaluation of an Experiment on the Application of Active Methodologies in Teaching Software Process Improvement

Adolfo Francesco de Oliveira  
Colares

Programa de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação (PPGCC) -  
Universidade Federal Pará (UFPA);  
Universidade Federal do Amapá  
(UNIFAP)

Belém - Pará, Brasil  
adolfo@unifap.br

Sandro Ronaldo Bezerra  
Oliveira

Programa de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação (PPGCC) -  
Universidade Federal Pará (UFPA)  
Belém - Pará, Brasil  
srbo@ufpa.br

Julio Cezar Costa Furtado  
Universidade Federal do Amapá  
(UNIFAP)

Macapá - Amapá, Brasil  
furtado@unifap.br

## ABSTRACT

This paper presents a qualitative evaluation of an experiment involving the application of active methodologies to the teaching of Software Process Improvement (SPI). Recognizing that many academic courses cover SPI theoretically but inadequately prepare students for real-world challenges in the software industry, this work proposes the application and qualitative evaluation of a curriculum structured around active methodologies. The study is grounded in widely recognized models, such as the Capability Maturity Model Integration (CMMI) and the Brazilian Software Process Improvement Reference Model (MR-MPS-SW). The methodology used involved three main stages: mapping the essential SPI knowledge assets, conducting expert interviews, and peer review to validate the developed materials. An experiment was conducted with two groups of students to compare traditional teaching approaches with the proposed active methodologies. The qualitative results showed an expected improved performance in the experimental group, highlighting an improved ability to apply concepts in practice. Despite limitations such as the absence of subsequent evaluations in real professional settings and the requirement for continuous content updates, the study suggests that adopting active methodologies can effectively develop practical competencies that are crucial for future professionals.

## KEYWORDS

Software Process Improvement, Active Methodologies, Software Engineering Education, CMMI, MR-MPS-SW

## 1 Introdução

A busca por qualidade no desenvolvimento de software tem motivado organizações a adotarem abordagens sistemáticas de Melhoria de Processo de Software (MPS), capazes de promover eficiência, previsibilidade e confiabilidade nos processos organizacionais. A melhoria contínua dos processos é uma das práticas mais valorizadas em modelos de maturidade e excelência, e está fortemente associada à competitividade, produtividade e inovação nas empresas de software [1, 2].

No entanto, apesar da relevância prática da MPS no contexto profissional, a abordagem dessa temática nos cursos de graduação em Computação e Engenharia de Software (ES) ainda é limitada. Diversos estudos e diretrizes curriculares — como ACM/IEEE (*Association*

*for Computing Machinery/Institute of Electrical and Electronics Engineers*) e SBC (Sociedade Brasileira de Computação) — indicam que a carga horária dedicada ao tema é reduzida e, muitas vezes, integrada a outras disciplinas, o que compromete o desenvolvimento de competências específicas [3]. Isso se agrava pela ausência de um currículo consolidado voltado ao ensino de MPS, com alinhamento aos modelos e às normas amplamente utilizados pela indústria.

A lacuna existente entre o ensino acadêmico de Engenharia de Software e as demandas reais da indústria de software representa um desafio significativo para as instituições de ensino superior. Este problema é, especialmente, relevante na área da MPS, amplamente reconhecida pela sua importância estratégica na melhoria contínua dos processos organizacionais, qualidade dos produtos desenvolvidos e redução dos custos operacionais [4, 5]. Entretanto, observa-se que os cursos de graduação, frequentemente, abordam esse tema de maneira superficial, com forte ênfase em métodos tradicionais de ensino, baseados, principalmente, em aulas expositivas e avaliações escritas, o que limita significativamente o desenvolvimento das competências práticas necessárias para enfrentar desafios reais [6, 7, 8].

Diante desse cenário, uma pesquisa anterior estruturou um currículo específico para o ensino da MPS, apoiado em modelos de referência e validado com especialistas da área [9, 10]. Este artigo é parte de um esforço mais amplo de pesquisa que resultou na definição de um currículo para o ensino da MPS em cursos de graduação, construído a partir do mapeamento de ativos educacionais e normativos de referência como ACM/IEEE, SWEBOK (*Software Engineering Body of Knowledge*), SBC, CMMI-DEV (*Capability Maturity Model Integration for Development*) e MR-MPS-SW (Modelo de Referência para Melhoria do Processo de Software Brasileiro). Esse currículo foi estruturado em três unidades didáticas: (i) Fundamentos da MPS, (ii) Avaliação de Processo Padrão da Organização, e (iii) Execução da Melhoria do Processo de Software. O desenvolvimento da proposta envolveu levantamento bibliográfico, entrevistas com especialistas e validação empírica por meio de múltiplos ciclos iterativos.

Com base nesse currículo estruturado, foi conduzido um experimento educacional em duas turmas de graduação em Engenharia de Software. A primeira turma (grupo controle, GC) foi submetida à abordagem tradicional de ensino, com predominância de aulas expositivas. Já a segunda (grupo experimental, GE) adotou uma

abordagem baseada em metodologias ativas, incorporando estratégias como sala de aula invertida, projetos colaborativos, roteiros estruturados, estudos de caso e mapas conceituais. O experimento original incluiu avaliações quantitativas e qualitativas; no entanto, este artigo foca exclusivamente na análise qualitativa das percepções dos estudantes do grupo experimental [11].

Este artigo apresenta os resultados desse experimento, com foco na avaliação qualitativa das percepções dos discentes. O objetivo é avaliar, sob a ótica deles, como a abordagem ativa impactou a aprendizagem, o engajamento e a percepção da aplicabilidade prática dos conteúdos. A análise qualitativa consistiu na avaliação das respostas abertas de um formulário estruturado, submetidas à análise de sentimentos com o algoritmo Syuzhet [12] e à categorização temática, permitindo identificar emoções predominantes e a valorização das metodologias aplicadas.

As análises foram guiadas por questões de pesquisa a partir dos seguintes temas: (i) a eficácia da aprendizagem nas unidades didáticas; (ii) os elementos motivacionais percebidos; e (iii) a relação entre as atividades propostas e a aplicabilidade prática dos conhecimentos adquiridos. As hipóteses alternativas formuladas buscavam refutar a hipótese nula ( $H_0$ ), que considerava que não haveria diferença significativa entre os métodos.

Este trabalho distingue-se por apresentar uma análise qualitativa aprofundada dos efeitos da adoção de metodologias ativas no ensino da MPS, contribuindo para o avanço de práticas pedagógicas inovadoras. Seus resultados oferecem subsídios para instituições que desejam alinhar suas práticas às exigências da indústria.

Além desta seção introdutória, este artigo está assim organizado: a Seção 2 descreve a abordagem de ensino da MPS proposta; a Seção 3 apresenta uma revisão crítica de alguns trabalhos relacionados; a Seção 4 detalha a metodologia utilizada na pesquisa; a Seção 5 descreve o experimento realizado, com destaque para os grupos estudados e as metodologias aplicadas; a Seção 6 apresenta e analisa os resultados qualitativos obtidos; a Seção 7 discute os achados, relacionando-os com as práticas existentes e as implicações para o ensino e a prática da MPS; a Seção 8 apresenta e discute as ameaças à validade da pesquisa conduzida; e, finalmente, a Seção 9 apresenta as conclusões, enfatizando as contribuições e os trabalhos futuros.

## 2 A Abordagem de Ensino de Melhoria do Processo de Software

A abordagem de ensino para a MPS, concebida para uso nesta pesquisa, está fundamentada na integração de metodologias ativas e práticas industriais consolidadas. Essa abordagem foi definida com o objetivo de atender as demandas identificadas no mercado, garantindo que os alunos sejam capazes de aplicar os conhecimentos adquiridos em situações reais e complexas [13, 14].

Como já mencionado, a estrutura curricular adotada nesta abordagem baseia-se em uma proposta anteriormente publicada [10], sendo composta por três unidades didáticas principais: (i) Fundamentos da Melhoria de Processos de Software; (ii) Avaliação de Processo Padrão Organizacional; e (iii) Execução da Melhoria do Processo de Software. Cada unidade integra conhecimentos teóricos essenciais com práticas consolidadas, baseadas nos modelos CMMI-DEV e o MR-MPS-SW, amplamente reconhecidos por sua aplicação na indústria de software [1, 2].

O currículo proposto foi concebido a partir de um mapeamento detalhado dos ativos educacionais recomendados pela ACM/IEEE, SBC e SWEBOOK, garantindo uma base sólida e alinhada com padrões internacionais e nacionais, cujo resultado pode ser visto em [9]. Esse mapeamento identificou competências essenciais necessárias ao ensino da MPS, que foram validadas por meio de entrevistas com professores especialistas na área, como pode ser visto em [3].

Entre as estratégias pedagógicas adotadas, destacam-se a sala de aula invertida, os projetos colaborativos e os debates interativos. Essas técnicas foram escolhidas por sua capacidade de promover um aprendizado mais ativo, incentivando os alunos a assumirem o protagonismo no processo educacional e facilitando o desenvolvimento de habilidades críticas, analíticas e colaborativas [15, 16].

O experimento conduzido para avaliar qualitativamente essa abordagem demonstrou que os alunos submetidos às metodologias ativas apresentaram melhores resultados em termos de compreensão conceitual e aplicação prática dos conhecimentos, ressaltando a efetividade do currículo em desenvolver competências alinhadas às exigências atuais da indústria de software [11].

## 3 Trabalhos Relacionados

No campo das metodologias ativas no ensino, especialmente no contexto educacional e abordagens de ensino, há um conjunto de pesquisas que discute a avaliação qualitativa na educação.

Valente e Santos [17], em sua análise sobre a avaliação da aprendizagem durante o ensino remoto emergencial, ressaltam que é crucial diversificar os instrumentos avaliativos, embasados em Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) para o processo de avaliação. Os autores enfatizam que a reinvenção dos processos de avaliação é necessária, demonstrando um alinhamento com a aplicação de metodologias ativas que incorporam inovação e uma abordagem mais interativa.

Em [18] é realizada uma revisão integrativa sobre estratégias de avaliação, destacando o protagonismo do estudante no processo de aprendizagem. Eles seguem a premissa de que é necessário um método que estimule a curiosidade e facilite a avaliação eficaz por parte do docente, reforçando a ideia de que as metodologias ativas têm como base o engajamento e a autonomia do estudante.

Wiebusch e Lima [19] abordam a inovação pedagógica, salientando a importância de atender as demandas da sociedade e a necessidade de adaptações curriculares no ensino superior. Eles sugerem que práticas mais inovadoras e interativas podem engajar os alunos de forma mais eficaz, uma conexão clara com o conceito de metodologias ativas. No entanto, o foco da pesquisa reside na inovação curricular, enquanto o presente trabalho examina especificamente as metodologias ativas no ensino de software.

O estudo [20], sobre avaliação no ensino de ciências naturais, propõe uma análise quantitativa e descritiva das metodologias avaliativas tradicionais. Embora suas discussões sejam relevantes, a abordagem não se concentra nas metodologias ativas, que exigem uma avaliação mais qualitativa e reflexiva.

Por fim, em [21] é discutida a transição para uma educação digital e a necessidade de formação para a elaboração de ambientes de aprendizagem online. Embora o estudo foque em práticas eficazes mediadas por tecnologia, os autores não abordam diretamente a aplicação prática das metodologias ativas no ensino de ES.

O presente estudo diferencia-se por tratar especificamente da aplicação e avaliação qualitativa de metodologias ativas na MPS, investigando como essas abordagens podem ser implementadas e avaliadas em um contexto aplicado de ensino em Engenharia de Software. Essa distinção é fundamental, pois muitos dos trabalhos citados, embora relevantes, abordam aspectos mais amplos da avaliação educacional, sem focar no contexto específico da MPS.

## 4 Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e interpretativista com o objetivo de avaliar a percepção dos alunos sobre a eficácia de uma abordagem de ensino baseada em metodologias ativas, aplicada à disciplina da MPS. A metodologia busca compreender como as estratégias pedagógicas influenciaram o engajamento, a compreensão dos conteúdos e a percepção da aplicabilidade prática por parte dos estudantes.

Para a coleta de dados, foi conduzido um experimento com duas turmas de estudantes de graduação. A primeira turma foi exposta a uma abordagem tradicional de ensino (GC), enquanto a segunda (GE) adotou a abordagem baseada em metodologias ativas, objeto desta análise qualitativa. As atividades para o grupo experimental foram estruturadas com base em um currículo previamente definido [10], fundamentado em modelos como o CMMI e o MR-MPS-SW [1, 2].

O foco deste trabalho é a análise qualitativa das percepções dos 35 alunos que participaram do grupo experimental. Os dados foram obtidos por meio de um formulário eletrônico anônimo aplicado ao final da disciplina, contendo perguntas fechadas em escala Likert e perguntas abertas. As respostas abertas são o cerne desta análise e foram processadas utilizando duas técnicas principais: **Análise de Sentimentos**, onde o algoritmo Syuzhet [12] foi aplicado para identificar a polaridade emocional (positiva, negativa, neutra) e classificar as emoções predominantes (confiança, alegria, antecipação) expressas nas respostas textuais dos alunos; e **Nuvem de Palavras e Categorização Temática**, onde foram geradas nuvens de palavras para visualizar os termos mais frequentes nas respostas, e uma categorização temática manual foi realizada para identificar padrões e evidências sobre o engajamento, a compreensão dos conteúdos e a avaliação das práticas pedagógicas utilizadas (como Mapas Conceituais, Sala de Aula Invertida e Projetos Práticos) [11].

O algoritmo Syuzhet gera escores normalizados de intensidade emocional, onde os valores numéricos indicam a força relativa de cada emoção detectada (alegria, confiança, antecipação, medo, tristeza) nas respostas textuais, não representando contagens brutas ou porcentagens simples.

A triangulação entre as observações em sala de aula e a análise do formulário qualitativo reforçou a confiabilidade dos achados. O estudo definido neste artigo teve como objetivo principal verificar, sob a ótica discente, se a abordagem de ensino baseada em metodologias ativas gerou uma experiência de aprendizagem percebida como mais valiosa e eficaz no contexto da MPS. No entanto, o estudo [11] possui um contexto mais amplo, que teve como objetivo principal verificar se a abordagem de ensino baseada em metodologias ativas apresentava vantagens significativas sobre o ensino tradicional no contexto da MPS, contribuindo assim para a formação mais eficaz de futuros profissionais da área.

## 5 O Experimento

O experimento foi cuidadosamente delineado para avaliar a eficácia da aplicação de metodologias ativas no ensino da disciplina da MPS, partindo de um currículo estruturado em três unidades didáticas já citadas anteriormente. A abordagem proposta foi aplicada em duas turmas distintas de um curso em Ciência da Computação na Universidade Federal do Pará (UFPA), sendo uma turma sob ensino tradicional (GC) e outra com a adoção de metodologias ativas (GE), cujas percepções são o foco deste artigo.

O experimento foi conduzido ao longo de dois semestres letivos completos: Grupo Controle no período 2024.1 (15 de março a 13 de julho) e Grupo Experimental no período 2024.2 (24 de agosto a 22 de dezembro). Ambos os grupos cumpriram 40 horas totais, distribuídas em 20 encontros de 2 horas cada. A separação temporal em turmas distintas foi intencional, para minimizar o risco de contaminação entre os participantes e garantir um maior rigor metodológico, permitindo isolar o impacto da metodologia de ensino como variável independente.

### 5.1 Planejamento do Experimento

O planejamento do experimento no grupo experimental foi abrangente, incluindo a definição dos objetivos de aprendizagem, o desenvolvimento das atividades de ensino, a elaboração dos instrumentos de avaliação e a estruturação do ambiente de aplicação. O currículo adotado, previamente publicado, estava alinhado aos modelos CMMI e MR-MPS-SW, garantindo consistência com as práticas consolidadas na indústria.

O objetivo principal da avaliação qualitativa foi compreender como os alunos do grupo experimental perceberam a eficácia, o engajamento e a aplicabilidade das estratégias da metodologia ativas.

### 5.2 Execução da Disciplina no Grupo Controle

No grupo controle, a disciplina foi ministrada por um professor com mais de duas décadas de experiência no ensino de Engenharia de Software e em MPS. As aulas foram ministradas utilizando exclusivamente métodos tradicionais, baseados em aulas expositivas com foco na transmissão linear de conhecimento teórico. Os alunos realizaram exercícios individuais e avaliações baseadas em provas e listas de atividades. A participação ativa dos estudantes no desenvolvimento das atividades práticas foi menor, com discussões predominantemente conduzidas pelo docente. Este grupo contou com 34 alunos, e o cronograma seguiu a estrutura curricular comum ao experimento.

É fundamental destacar que o grupo controle recebeu exatamente o mesmo conteúdo programático do grupo experimental, estruturado nas mesmas três unidades didáticas. A diferença crucial residia exclusivamente na abordagem pedagógica: métodos tradicionais com transmissão linear de conhecimento versus metodologias ativas (definidas na Seção 2).

### 5.3 Execução da Disciplina no Grupo Experimental

A turma experimental, composta por 35 alunos, teve sua disciplina conduzida por um professor com 10 anos de experiência no ensino de Engenharia de Software. A condução da disciplina

priorizou a aplicação de metodologias ativas, buscando o protagonismo discente e o trabalho colaborativo. Entre as práticas utilizadas, destacaram-se: (i) Sala de aula invertida, onde alunos estudavam o conteúdo antes da aula para discussões e atividades práticas em sala; (ii) Projetos em grupo, que eram atividades que simulavam a vivência do mercado de trabalho, com foco na aplicação prática dos conceitos; (iii) Resolução de problemas reais, onde foram estimuladas as habilidades críticas e analíticas; (iv) Uso de mapas conceituais, ferramenta visual usada para organizar e representar o conhecimento, promovendo a aprendizagem significativa; e (v) Projetos Práticos, que foram usados para aprofundar a compreensão contextualizada.

Cada unidade de ensino, definida na Seção 2, foi guiada por roteiros de atividades com objetivos, tarefas e critérios de avaliação claros, visando criar um ambiente dinâmico, participativo e contextualizado à realidade profissional em MPS. A avaliação qualitativa, detalhada na próxima seção, focou exclusivamente nas percepções e experiências dos alunos deste grupo.

Ao final da disciplina, foi realizada uma análise SWOT (*Strengths* - Forças, *Weaknesses* - Fraquezas, *Opportunities* - Oportunidades e *Threats* - Ameaças) colaborativa, onde os estudantes, organizados em grupos, discutiram e sistematizaram em matrizes os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças de cada metodologia ativa vivenciada, fornecendo dados qualitativos complementares.

Importante destacar que os grupos (controle e experimental) eram distintos, assegurando que a existência do grupo controle não impactasse a execução das dinâmicas do grupo experimental.

## 6 Resultados da Avaliação Qualitativa

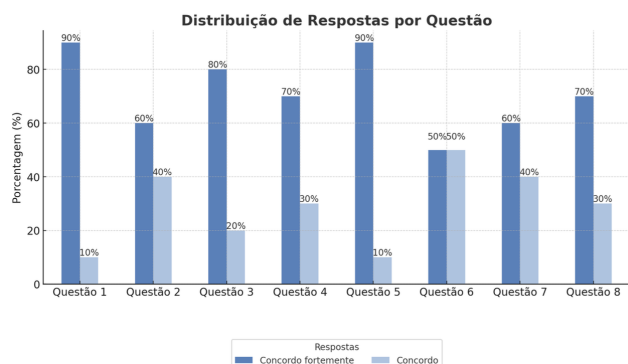
A análise qualitativa da abordagem de ensino foi realizada com base nas percepções dos 35 alunos do grupo experimental, coletadas por meio do preenchimento de um questionário de forma anônima ao final da disciplina. Os resultados focam na experiência dos estudantes com a disciplina como um todo e com as metodologias ativas específicas aplicadas. As perguntas constantes no questionário foram:

- **Questão 1** - No seu ponto de vista, o conteúdo ensinado na disciplina de MPS foi relevante?
- **Questão 2** - O conteúdo abordado pela disciplina foi suficiente para que você entendesse como o processo de melhoria de software é realizado na prática nas empresas?
- **Questão 3** - No seu ponto de vista, as abordagens para ensinar os conteúdos de MPS foram adequadas?
- **Questão 4** - No seu ponto de vista, a disciplina foi planejada de uma forma atrativa?
- **Questão 5** - Ao longo da disciplina, as abordagens de ensino mantiveram você motivado a aprender?
- **Questão 6** - A experiência de aprendizado irá contribuir com seu desempenho na vida profissional? Se sim, como?
- **Questão 7** - Sobre as dinâmicas e práticas realizadas, eles foram suficientes para você compreender na prática a MPS? Se sim, como?
- **Questão 8** - Os prazos estabelecidos para as atividades da disciplina foram adequados para que você conseguisse completá-las de maneira satisfatória? Se sim, de que forma?
- **Questão 9** - Como você avalia os itens sequência de tópicos, grau de dificuldade, duração, método de ensino e exemplos apresentados, referentes à aula expositiva dialogada? Com as subquestões: **Questão 9.1** - Quanto às aulas expositivas dialogadas foram úteis para o aprendizado da disciplina? **Questão 9.2** - Cite um ou mais aspectos que você mais gostou da aula expositiva dialogada. **Questão 9.3** - Cite um ou mais aspectos que você menos gostou da aula expositiva dialogada. **Questão 9.4** - Você tem sugestões para melhorar a aula expositiva dialogada?
- **Questão 10** - Como você avalia os itens compreensão conceitual, conexões entre conceitos, retenção de informações e organização do conhecimento, referentes ao Mapa Conceitual? Com as subquestões: **Questão 10.1** - Quanto as atividades do Mapa Conceitual foram úteis para o aprendizado da disciplina? **Questão 10.2** - Cite um ou mais aspectos que você mais gostou do Mapa Conceitual. **Questão 10.3** - Cite um ou mais aspectos que você menos gostou do Mapa Conceitual. **Questão 10.4** - Você tem sugestões para melhorar a atividade do Mapa Conceitual?
- **Questão 11** - Como você avalia os itens escopo da atividade, grau de dificuldade, duração e se o conhecimento da disciplina serviu como auxílio, referentes a Sala de Aula Invertida? Com as subquestões: **Questão 11.1** - Quanto as Salas de Aula Invertidas foram úteis para o aprendizado da disciplina? **Questão 11.2** - Cite um ou mais aspectos que você mais gostou das Salas de Aula Invertidas. **Questão 11.3** - Cite um ou mais aspectos que você menos gostou das Salas de Aula Invertidas. **Questão 11.4** - Você tem sugestões para melhorar as Salas de Aula Invertidas?
- **Questão 12** - Como você avalia os itens grau de dificuldade de realização da prática, conformidade com o conteúdo ensinado e quantidade de metas do projeto, referentes aos projetos práticos? Com as subquestões: **Questão 12.1** - Quanto aos projetos práticos foram úteis para o aprendizado da disciplina? **Questão 12.2** - Cite um ou mais aspectos que você mais gostou dos projetos práticos. **Questão 12.3** - Cite um ou mais aspectos que você menos gostou dos projetos práticos. **Questão 12.4** - Você tem sugestões para melhorar os projetos práticos?

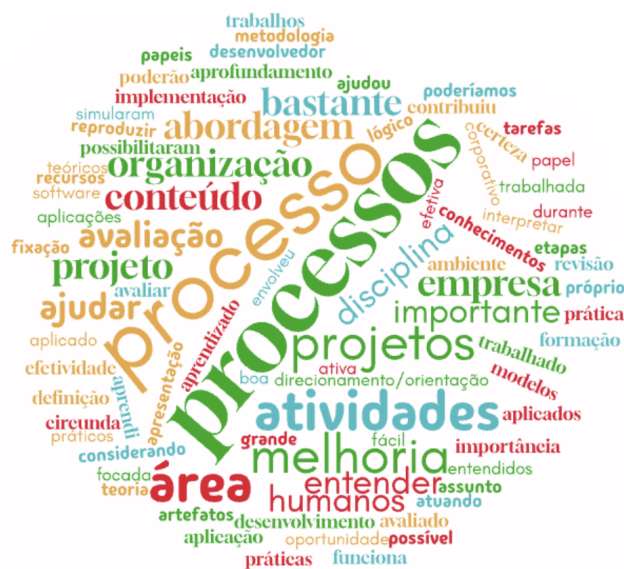
### 6.1 Percepção Geral dos Alunos sobre a Disciplina

Na Figura 1 observa-se o gráfico com as respostas dos alunos às 8 primeiras perguntas do questionário, cujos resultados são objetivos. As respostas utilizaram uma escala Likert, que varia de “Discordo Fortemente” a “Concordo Fortemente”. A partir da Questão 6, foram incluídas também perguntas abertas, cujas respostas serviram para a análise de sentimentos.

Observa-se uma recepção majoritariamente positiva. Por exemplo, 90% dos alunos concordaram fortemente que o conteúdo foi relevante (Questão 1) e que as abordagens os mantiveram motivados (Questão 5). Para aprofundar a análise qualitativa, foram exploradas as respostas abertas das questões 6 a 12 por meio de análise de sentimentos e nuvens de palavras.



6.1.1 *Análise de Sentimentos da Questão 6 (Contribuição da disciplina para vida profissional).* A Figura 2 apresenta a nuvem de palavras gerada sobre a Questão 6, na qual “Processos” foi o termo mais citado, seguido por “Atividades”, “Melhoria”, “Projetos” e “Área”, indicando a relevância das práticas e da aplicação dos conceitos para a vida profissional dos alunos.



6 - A experiência de aprendizado na disciplina irá contribuir com seu desempenho na vida profissional?

Emoções	Frequência
Raiva	0.00
Antecipação	0.30
Nojo	0.00
Medo	0.05
Alegria	0.19
Tristeza	0.05
Surpresa	0.05
Confiança	0.35



O gráfico de sentimentos (vide Figura 5) mostrou médias baixas para sentimentos negativos (medo, raiva, nojo, tristeza), enquanto





geral, bem avaliada pelos alunos. A maioria classificou a “Sequência de tópicos” (80%) e o “Método de ensino” (70%) como “Excelente”. Além disso, 70% dos estudantes consideraram a metodologia “Essencial” para o seu aprendizado na disciplina.

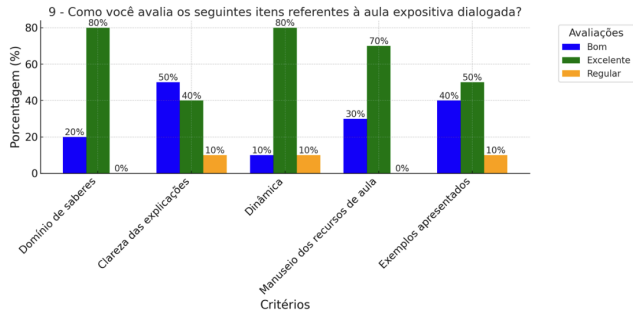


Figura 8: Resultados da Questão 9 do questionário objetivo sobre as Aulas Expositivas Dialogadas.

*Aspectos Positivos (Q9.2).* As respostas abertas revelaram que os alunos valorizaram a clareza da “explicação”, o uso de “exemplos” práticos e a “interação” que permitiu o envio de “perguntas” durante as aulas conforme mostra a nuvem de palavras (vide Figura 9). A análise de sentimentos (vide Figura 10) confirmou uma percepção favorável, com predominância do sentimento de “confiança” e outras emoções positivas.

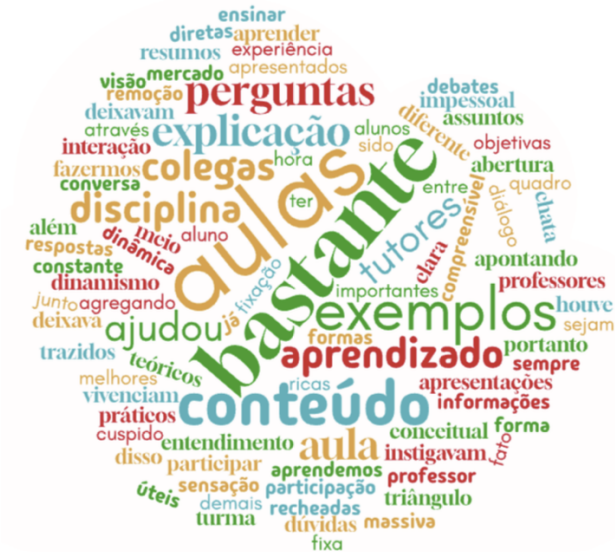


Figura 9: Nuvem de palavras sobre os aspectos positivos da Aula Expositiva Dialogada (Q9.2).

*Aspectos a Melhorar (Q9.3).* Embora a palavra mais frequente tenha sido “nada” (Figura 11), indicando ausência de críticas por parte de muitos, foram apontados problemas pontuais relacionados

à “duração”, ao conteúdo “repetitivo” e à “falta” de mais exemplos práticos.

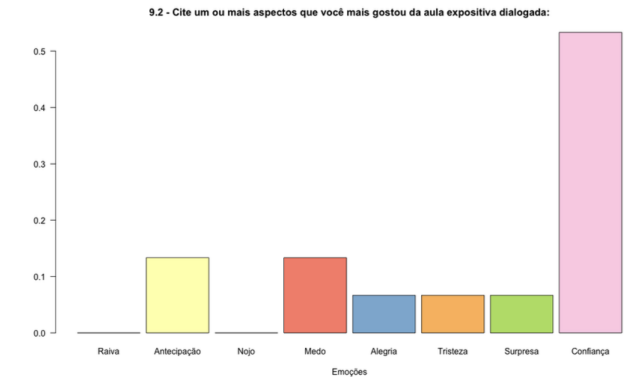


Figura 10: Gráfico de sentimentos sobre os aspectos positivos da Aula Expositiva Dialogada (Q9.2).

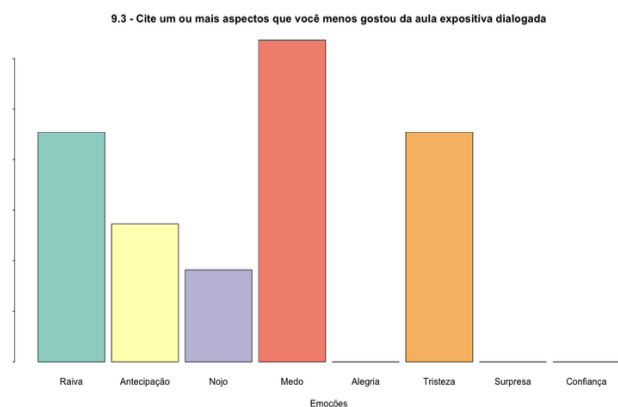


Figura 11: Nuvem de palavras sobre os aspectos a melhorar na Aula Expositiva Dialogada (Q9.3).

A análise de sentimentos (vide Figura 12) para estas respostas revelou a presença de emoções negativas como “medo” e “tristeza”, refletindo o desconforto com esses pontos.

*Sugestões (Q9.4).* O *feedback* foi construtivo, com os alunos sugerindo o uso de “diferentes” materiais de apoio e mais exemplos “práticos” (vide Figura 13).

O tom positivo das sugestões foi confirmado pela análise de sentimentos (vide Figura 14), que mostrou “confiança” e “positividade”, indicando um desejo colaborativo de aprimoramento.



**Figura 12: Gráfico de sentimentos sobre os aspectos a melhorar na Aula Expositiva Dialogada (Q9.3).**



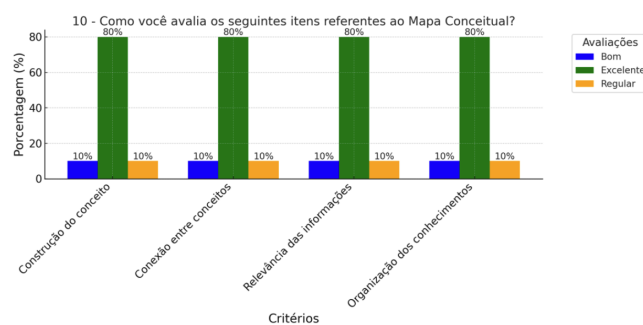
**Figura 14: Gráfico de sentimentos sobre as sugestões para a Aula Expositiva Dialogada (Q9.4).**



**Figura 13: Nuvem de palavras com sugestões para a Aula Expositiva Dialogada (O9.4).**

Para ilustrar os resultados das análises qualitativas, recursos visuais como a nuvem de palavras e o gráfico de sentimentos foram apresentados até a Questão 9. Com o objetivo de tornar a discussão subsequente mais concisa e focada na interpretação textual, tanto as nuvens de palavras quanto os gráficos de sentimentos serão omitidos. A análise visual detalhada para todas as questões está disponível para consulta em [11].

**6.1.5 Avaliações dos Mapas Conceituais (Questões 10 a 10.4).** Os Mapas Conceituais foram avaliados de forma extremamente positiva (vide Figura 15), com 80% dos alunos classificando todos os critérios – Compreensão conceitual, Conexões entre conceitos, Retenção de informações e Organização do conhecimento – como “Excelente”. A análise da Questão 10.1 [11] revelou que a alta eficácia da ferramenta foi confirmada pela percepção de utilidade, com 90% dos alunos considerando a atividade “Essencial” (70%) ou “Muito útil” (20%) para a disciplina.



**Figura 15: Resultados da Questão 10 sobre os Mapas Conceituais.**

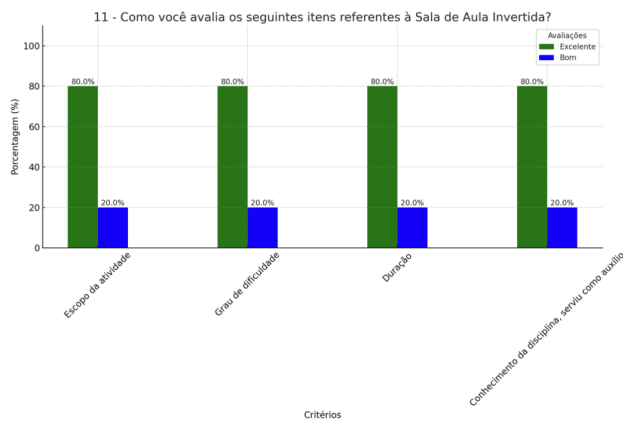
*Aspectos Positivos (Q10.2).* Os estudantes destacaram que o “mapa” ajudou a “apresentar” e “resumir” o “assunto” de forma clara. A análise de sentimentos revelou picos de “confiança” e “alegria”, reforçando a satisfação com o método de aprendizagem.

*Aspectos a Melhorar (Q10.3).* As críticas focaram na “atividade” em “equipes”, que para alguns foi “complexa”. A análise de sentimentos foi equilibrada, com a presença de “tristeza” e “medo”, refletindo os desafios na execução.

*Sugestões (Q10.4).* Muitos responderam “nenhum”, indicando satisfação. Outros sugeriram a disponibilização de mais “ferramentas”, um “modelo” ou “exemplo” para guiar a criação. O tom foi construtivo, com sentimentos “positivos” e de “confiança”.

6.1.6 *Sala de Aula Invertida (Questões 11 a 11.4).* A Sala de Aula Invertida também obteve uma avaliação excelente, com 80% dos alunos classificando todos os critérios (Escopo, Grau de dificuldade, Duração e Conhecimento como auxílio) como “Excelente” (vide Figura 16). Os resultados da Questão 11.1 [11] mostram que a percepção de utilidade para esta metodologia foi de 90% de aprovação, com os alunos a considerando “Essencial” (50%) ou “Muito útil” (40%), embora um participante (10%) a tenha classificado como “Completamente inútil”.





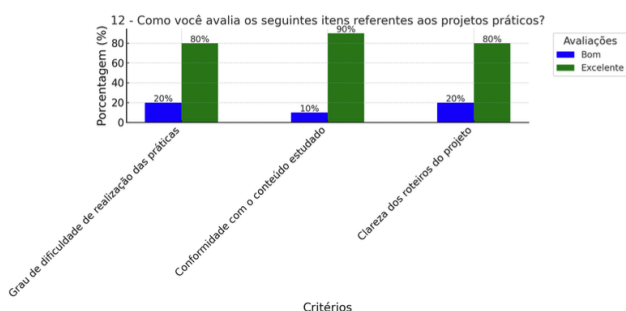
**Figura 16: Resultados da Questão 11 sobre a Sala de Aula Invertida.**

*Aspectos Positivos (Q11.2).* A oportunidade de abordar “diferentes” pontos de vista e o “feedback” dos “colegas” foram os pontos mais elogiados. A análise de sentimentos mostrou alta “confiança” e emoções positivas.

*Aspectos a Melhorar (Q11.3).* A principal crítica foi a gestão do tempo, com menções a “minutos” e à percepção de que a atividade foi “cansativa”. A palavra “nenhum” mostrou-se novamente frequente, evidenciando que as críticas não foram generalizadas.

*Sugestões (Q11.4).* As sugestões focaram em melhorar a “apresentação” e “dividir” melhor os “temas” entre as equipes. O sentimento predominante nas sugestões foi “positivo”, indicando um feedback construtivo.

**6.1.7 Projetos Práticos (Questões 12 a 12.4).** Os projetos práticos foram o ponto alto da aplicação prática do conteúdo. O critério Conformidade com o conteúdo ensinado recebeu 90% de avaliação “Excelente” (vide Figura 17), mostrando um forte alinhamento entre teoria e prática. Conforme os dados da Questão 12.1 [11], a utilidade dos projetos práticos foi considerada alta por 90% dos alunos, que os avaliaram como “Essencial” (80%) ou “Muito úteis” (10%) e (10%) avaliou a atividade como “Completamente inútil”.



**Figura 17: Resultados da Questão 12 sobre os Projetos Práticos.**

*Aspectos Positivos (Q12.2).* A nuvem de palavras é dominada por termos como “desenvolvimento”, “processos”, “projeto”, “prática” e “mercado”, reforçando que os alunos perceberam os projetos como uma preparação concreta para desafios profissionais. A análise de sentimentos confirma essa visão com altas médias de positividade, confiança e antecipação, demonstrando entusiasmo e percepção de relevância.

*Aspectos a Melhorar (Q12.3).* “Nenhum” foi a resposta mais comum, mas críticas pontuais surgiram sobre a “dificuldade” de “implementação” e a “avaliação”. A análise de sentimentos foi equilibrada, sugerindo críticas moderadas.

*Sugestões (Q12.4).* As sugestões concentraram-se em receber mais “feedback” e “retorno” sobre as entregas. O tom das sugestões foi predominantemente de “positividade” e “confiança”, mostrando que os alunos veem grande valor nos projetos e desejam refiná-los.

Em resumo, a análise detalhada das metodologias ativas revela uma recepção majoritariamente positiva. Os alunos valorizaram, especialmente, as abordagens que conectam teoria e prática, como os projetos práticos, e ferramentas que auxiliam na organização do conhecimento, como os mapas conceituais. As críticas, embora minoritárias, oferecem oportunidades valiosas para refinar a aplicação dessas estratégias em futuras implementações.

## 7 Discussões

Os resultados qualitativos obtidos no experimento evidenciam que a adoção de metodologias ativas no ensino da MPS promoveu ganhos que vão além do desempenho acadêmico, repercutindo fortemente na percepção de valor e na experiência de aprendizagem dos alunos. A análise aprofundada das respostas e dos sentimentos dos estudantes revela um maior engajamento e uma transformação na forma de pensar e agir diante dos desafios da Engenharia de Software.

A análise qualitativa realizada com base nas respostas abertas dos estudantes, aliada à análise de sentimentos automatizada, mostra que as emoções predominantes, como confiança, interesse e alegria, estão diretamente associadas à percepção de utilidade, aplicabilidade e autonomia. O relato recorrente de “ganho de autonomia” indica uma ruptura com a passividade típica do ensino tradicional, validando, na prática, os pressupostos teóricos que defendem o protagonismo discente como motor do aprendizado significativo. Observa-se ainda que as metodologias ativas favoreceram o desenvolvimento de competências críticas, como análise de processos, resolução de problemas complexos e colaboração em equipe — competências alinhadas com as demandas do mercado de trabalho e destacadas em modelos como CMMI e MR-MPS-SW.

A triangulação entre as observações em sala, o desempenho nos projetos e a análise textual reforça a robustez dos achados. O uso de gráficos de sentimento permitiu visualizar a polaridade das emoções associadas às palavras-chave mais evocadas pelos alunos. Por exemplo, a forte presença de termos como “prática”, “projeto” e “mercado”, associada a sentimentos de “confiança” e “antecipação”, demonstra que os alunos perceberam a conexão direta entre o conteúdo da disciplina e sua futura atuação profissional.

Os dados qualitativos também revelam que as metodologias ativas contribuíram para uma percepção positiva do curso, mesmo diante de desafios, como a autogestão do tempo. A análise das atividades específicas (Questões 9 a 12) mostrou que os mapas conceituais

e os projetos práticos foram apontados como essenciais para a retenção do conhecimento e a conexão com cenários profissionais reais, um aspecto amplamente discutido em [11] e validado pelo *feedback* dos participantes.

A percepção positiva sobre a abordagem ativa sugere que o impacto da metodologia transcende o rendimento mensurável por notas, estendendo-se à formação de uma postura crítica, proativa e reflexiva. Assim, a proposta discutida neste estudo não apenas prepara melhor os alunos para os desafios técnicos, mas também fortalece aspectos subjetivos e comportamentais indispensáveis ao exercício profissional em MPS.

Apesar das limitações do recorte experimental, os achados qualificam o papel das metodologias ativas na educação em MPS, servindo de referência para novas iniciativas de ensino-aprendizagem e para futuras pesquisas que busquem aprofundar a análise qualitativa das experiências formativas em ES.

## 8 Ameaças à Validade

As ameaças à validade deste experimento foram analisadas sob quatro dimensões, conforme [22].

A **validade interna** avalia se a abordagem ativa realmente causou as percepções observadas. A principal ameaça é o **viés do pesquisador** na interpretação das respostas abertas. Para mitigar isso, a análise de sentimentos automatizada com Syuzhet foi usada como uma camada de objetividade, complementando a categorização temática manual.

A **validade externa**, ou generalização dos resultados, é a principal limitação deste estudo. O experimento foi realizado em uma única instituição, em um curso de graduação, com um perfil de alunos específico. As percepções positivas podem não ser replicáveis em outros contextos. Com apenas 35 participantes, os resultados qualitativos representam um recorte muito específico e não podem ser generalizados para uma população maior de estudantes.

A falta de um acompanhamento dos alunos no mercado de trabalho impede a confirmação de que a percepção positiva da “aplicabilidade prática” traduziu-se em competências efetivamente usadas na carreira profissional. Para mitigar isso, o estudo oferece uma descrição detalhada do contexto e da metodologia, permitindo que outros pesquisadores repliquem o experimento.

Apesar das limitações de generalização, os achados apresentam relevância científica por: (i) capturarem dimensões subjetivas profundas a partir da triangulação metodológica; (ii) preencherem lacuna crítica documentada no ensino da MPS; (iii) oferecerem *framework* metodológico detalhado e replicável; e (iv) demonstrarem validade ecológica a partir da percepção dos alunos sobre a aplicabilidade profissional.

A **validade de construção** está relacionada à precisão dos instrumentos usados para medir os construtos pretendidos. A principal ameaça reside na precisão do questionário que pode não ter capturado toda a complexidade da experiência dos alunos. Adicionalmente, a subjetividade inerente às respostas abertas e às limitações de um algoritmo de sentimento são desafios reconhecidos. Para mitigar isso, foram usadas múltiplas fontes de dados, adotando a triangulação entre as percepções do questionário, as observações em sala de aula e a análise dos projetos práticos para fortalecer a confiança nos resultados. Por fim, o detalhamento dos critérios

de análise e das etapas do experimento buscou garantir a maior transparência e reprodutibilidade do estudo.

A **validade de conclusão** refere-se à credibilidade das inferências feitas a partir dos dados qualitativos. A principal ameaça é a **subjetividade na interpretação**. Embora os resultados apontem para uma forte aceitação da abordagem ativa, fatores externos como a **novidade da metodologia** ou a **motivação intrínseca** dos alunos de graduação podem ter influenciado positivamente as percepções. A consistência entre as diferentes fontes de dados qualitativos (respostas sobre a disciplina geral, sobre as metodologias específicas e a análise de sentimentos) foi usada para fortalecer a confiança nas conclusões.

## 9 Conclusões

Este artigo abordou a lacuna crítica entre o ensino acadêmico da MPS e as demandas práticas da indústria, um desafio que limita a preparação dos estudantes para os ambientes reais de software, frequentemente agravado por metodologias tradicionais. O estudo avaliou qualitativamente a aplicação de metodologias ativas de ensino no contexto da MPS, com o objetivo de promover maior engajamento dos alunos e uma aprendizagem mais significativa.

A análise qualitativa das percepções dos alunos revelou uma recepção amplamente positiva da metodologia ativa. Os discentes destacaram o aumento do engajamento, a clareza na aplicação prática dos conceitos e uma maior autonomia no processo de aprendizagem. A análise de sentimentos confirmou a predominância de emoções como confiança, alegria e antecipação, reforçando que as estratégias, como mapa mental, projetos práticos e sala de aula invertida, foram percebidas como eficazes e motivadoras. Os resultados sugerem que a metodologia adotada não só facilitou a compreensão de conteúdos técnicos, mas também contribuiu para o desenvolvimento de habilidades críticas e colaborativas.

Entre as principais contribuições desta pesquisa, destacam-se: (i) a demonstração da eficácia de um currículo da MPS baseado em metodologias ativas para melhorar a experiência de aprendizagem dos alunos; (ii) o uso da análise de sentimentos para aprofundar a compreensão das percepções discentes, oferecendo uma visão mais nuançada do que apenas a categorização temática; e (iii) a validação de que projetos práticos e sala de aula invertida são altamente valorizadas pelos alunos no contexto do ensino de ES.

Reconhecem-se as limitações do estudo, como o tamanho reduzido da amostra e a ausência de uma avaliação longitudinal em ambientes real de trabalho, o que restringe a generalização dos achados ao contexto acadêmico.

Como trabalhos futuros, sugere-se a replicação do experimento em diferentes instituições e contextos, considerando as especificidades do perfil docente, da infraestrutura tecnológica e da aceitação institucional. Recomenda-se também o aprofundamento da análise longitudinal do impacto dessas práticas, acompanhando o desempenho dos alunos após sua inserção no mercado de trabalho, por meio de entrevistas com empregadores e autoavaliações estruturadas, para uma avaliação mais robusta da proposta. Além disso, propõe-se a incorporação de tecnologias emergentes, como a IA Generativa, no apoio ao ensino da MPS, explorando seu potencial para personalização do aprendizado, automatização de atividades e fornecimento de *feedback* em tempo real.

## DISPONIBILIDADE DE ARTEFATO

O questionário usado para a realização da avaliação da qualidade encontra-se disponível em: <https://zenodo.org/records/17226059>.

## ACKNOWLEDGMENTS

Os autores gostariam de agradecer a todos os alunos participantes do experimento realizado, que emitiram as percepções usadas como dados para as análises realizadas neste trabalho.

## REFERENCES

- [1] CMMI Institute. *CMMI for Development, Version 2.0*. CMMI Institute. 2018.
- [2] Softex. *MR-MPS-SW:2024 - Guia Geral*. Softex. 2024.
- [3] A. Colares, J. Furtado e S. Oliveira. “Perceptions on Teaching of Software Process Improvement: An Interview with Professors”. Em: *CONTECSI USP - International Conference on Information Systems and Technology Management - ISSN 2448-1041* (2024).
- [4] R. Tiburcio e M. Bittar. “O Professor, os recursos digitais e a Abordagem Documental do Didático: uma tríade a ser considerada na Engenharia de Softwares Educativos”. Em: *Educação Matemática Pesquisa* 23.3 (2021). DOI: 10.23925/1983-3156.2021v23i3p314-338.
- [5] M. Kuuttila et al. “Time pressure in software engineering: A systematic review”. Em: *Information and Software Technology* 121 (2020). DOI: 10.1016/j.infsof.2020.106257.
- [6] E. Santos e S. Oliveira. “Um mapeamento de ativos de ensino do CC-2020, RF-CC-2017 e SWEBOK 3.0 referente à área de conhecimento de requisitos de software”. Em: *Cuadernos De Educación Y Desarrollo* 16.4 (2024). DOI: 10.55905/cuadv16n4-088.
- [7] S. Tonhão, A. Medeiros e J. Prates. “Uma abordagem prática apoiada pela aprendizagem baseada em projetos e gamificação para o ensino de engenharia de software”. Em: *Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)* (2021), pp. 143–151. DOI: 10.5753/educomp.2021.14480.
- [8] A. Guerra, S. Oliveira e J. Furtado. *Cones: um RPG como instrumento de apoio ao ensino da construção de produto de software*. 2022. DOI: 10.5753/sbgames\_estendido.2022.225435.
- [9] A. Colares, J. Furtado e S. Oliveira. “Content and Skills for Teaching Software Process Improvement in the Computer Science Course: A Mapping of ACM / IEEE, SBC, SWEBOK, CMMI and MR-MPS-SW Assets”. Em: *2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. College Station, TX, USA: IEEE, 2023, pp. 1–8. DOI: 10.1109/FIE58773.2023.1034344.
- [10] A. Colares, J. Furtado e S. Oliveira. “Um curriculum para ensino de melhoria do processo de software em cursos de computação”. Em: *Caderno Pedagógico* 21.4 (abr. de 2024), e3722. DOI: 10.54033/cadpedv21n4-077.
- [11] A. F. O. Colares. “Uma Abordagem para Ensino de Melhoria do Processo de Software em Cursos de Computação”. Tese de dout. Universidade Federal do Pará - UFPA, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.16537591.
- [12] M. Naldi. “A review of sentiment computation methods with R packages”. Em: *arXiv (Cornell University)* (2019). DOI: <https://doi.org/10.48550/arxiv.1901.08319>.
- [13] F. Nascimento et al. “Metodologias Ativas Associadas às Práticas Pedagógicas na Educação Superior: Uma Revisão Integrativa”. Em: *Revista Abakós* 10.1 (2022). DOI: 10.5752/P.2316-9451.2022v10n1p66-88.
- [14] L. Boscardin, E. Silva e H. Andrade. “Aprendizagem ativa e desenvolvimento de competências: uma abordagem prática no ensino de computação”. Em: *Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*. 2021, pp. 545–554.
- [15] R. Schechter. “Active learning in higher education: Theoretical perspectives and practices”. Em: *Innovations in Education and Teaching International* 54.5 (2017), pp. 400–407.
- [16] T. Batista e C. Ribeiro. “Uso da sala de aula invertida no ensino de engenharia de software: um estudo de caso”. Em: *Anais do Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*. 2020, pp. 125–134.
- [17] E. Valente e G. Santos. “Avaliação da Aprendizagem no Cronotopo do Ensino Remoto Emergencial: Percepções de Tutores de um Instituto Federal”. Em: *Revista De Ciências Humanas* (2023). DOI: 10.31512/19819250.2023.24.01.102-118.
- [18] B. Ribeiro et al. “As estratégias para avaliação de aprendizagem empregadas em estudantes de enfermagem de ensino superior: revisão integrativa”. Em: *Research Society and Development* (2021). DOI: 10.33448/rsd-v10i3.13238.
- [19] L. Wiebusch e M. Lima. “Inovação nas práticas pedagógicas no Ensino Superior: possibilidades para promover o engajamento acadêmico”. Em: *Educação Por Escrito* (2019). DOI: 10.15448/2179-8435.2018.2.31607.
- [20] N. Dias et al. “Avaliação escolar: um estudo no ensino de ciências naturais e suas áreas”. Em: *Cadernos De Educação* (2017). DOI: 10.15603/1679-8104/ce.v16n32p89-105.
- [21] J. Moreira, S. Henriques e D. Barros. “Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia”. Em: *Dialogia* (2020). DOI: 10.5585/dialogia.n34.17123.
- [22] C. Wohlin et al. *Experimentation in Software Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012. ISBN: 978-3-642-29043-5. DOI: 10.1007/978-3-642-29044-2.