

Uma Revisão Sistemática sobre os Desafios e Tecnologias para Avaliação em Aprendizagem Baseada em Projetos

1. Introdução

1.1 Justificativa

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) representa uma mudança paradigmática no ensino superior, especialmente em áreas tecnológicas, onde a formação de profissionais capazes de enfrentar os desafios complexos do mercado contemporâneo se torna imperativa. No contexto brasileiro, a experiência do Instituto de Tecnologia e Liderança (Inteli) evidencia tanto o potencial transformador da ABP quanto os desafios significativos enfrentados por professores orientadores na implementação eficaz dessa metodologia.

Conforme documentado por Valente et al. (2025), “a qualidade dos concluintes dos cursos de computação tradicionais não está atendendo às necessidades do mercado e do país”, evidenciando a necessidade crítica de abordagens pedagógicas mais eficazes. A estrutura curricular do Inteli, organizada em Learning BackLogs (LBLs), ilustra a complexidade inerente à ABP contemporânea, onde os módulos integram conhecimentos técnicos de computação, matemática e física com competências transversais de liderança, negócios e design de experiência do usuário (INTELI PPC, 2024).

A implementação prática da ABP no contexto do Inteli revela desafios metodológicos específicos que requerem “um planejamento integrado de todas as vertentes e uma revisão constante para assegurar que todos os conteúdos essenciais sejam cobertos de maneira adequada” (Arakaki et al., 2025). Esta complexidade operacional gera questões fundamentais sobre como realizar a evolução sistemática dos módulos de aprendizagem e quais aspectos da aprendizagem devem ser utilizados como base para compor os requisitos de revisão.

A experiência prática revela questões metodológicas centrais que emergem da complexidade da ABP: “Como realizar a evolução sistemática dos módulos de aprendizagem baseados em projetos (LBLs)? Quais aspectos da aprendizagem devem ser utilizados como base para compor os requisitos de revisão? Como os pacotes de conceitos e práticas podem ser reconfigurados sem prejuízo das disciplinas essenciais?” (Arakaki et al., 2025).

A complexidade dessa implementação é amplificada pelos desafios inerentes à engenharia de software moderna. Pressman & Maxim (2021) destacam que os sistemas de informação enfrentaram uma “esfera crescente de desafios” à medida que os problemas se tornaram mais complexos, demandando programas cada vez mais sofisticados. Esta realidade técnica, combinada com a necessidade de formar profissionais capazes de “lidar com a complexidade e a rápida evolução do mercado de trabalho” (Arakaki et al., 2025), cria um contexto educacional onde professores orientadores enfrentam dificuldades operacionais específicas:

Desafios na Avaliação de Contribuições Individuais: A natureza colaborativa dos projetos em ABP torna complexa a identificação e mensuração das contribuições específicas de cada membro da equipe, especialmente quando o trabalho é interdependente e os papéis são rotativos ao longo dos módulos.

Complexidade na Mensuração de Competências Transversais: A necessidade de avaliar tanto hard skills quanto soft skills de forma integrada apresenta desafios significativos, pois essas competências se manifestam de forma processual e contextual, requerendo instrumentos específicos que capturam sua evolução temporal.

Limitações no Feedback Contínuo: O fornecimento de feedback formativo durante cronogramas prolongados demanda monitoramento constante e personalizado, representando um desafio de escalabilidade quando aplicado a contextos complexos com múltiplas equipes.

Fragmentação do Monitoramento Multidimensional: A necessidade simultânea de monitorar qualidade técnica do código, dinâmica das equipes, progresso individual e desenvolvimento de competências transversais revela a inadequação de ferramentas isoladas que abordam apenas aspectos específicos da experiência em ABP.

Deficiências na Tomada de Decisão Pedagógica: A falta de visibilidade integrada sobre o processo educativo limita a capacidade dos professores orientadores de tomar decisões baseadas em informações em tempo real, comprometendo a eficácia das intervenções pedagógicas necessárias.

Soluções tecnológicas existentes operam de forma fragmentada, focando em aspectos específicos da experiência em ABP em vez de proporcionar uma visão holística do processo educativo que apoie efetivamente o trabalho do professor orientador. Esta fragmentação impede uma abordagem integrada que considere as múltiplas dimensões da aprendizagem em contextos de ABP.

Esta revisão sistemática visa mapear compreensivamente o estado da arte sobre os desafios metodológicos, instrumentos e tecnologias para auxiliar professores orientadores na avaliação em ambientes de Aprendizagem Baseada em Projetos, identificando lacunas reais na literatura e oportunidades para desenvolvimento de soluções mais eficazes.

2. Objetivos da Revisão

2.1 Objetivo Geral

Mapear sistematicamente a produção científica sobre métodos, instrumentos e tecnologias para auxiliar professores orientadores na avaliação em Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), identificando desafios, soluções existentes e lacunas de pesquisa para fundamentar o desenvolvimento de abordagens mais eficazes.

2.2 Objetivos Específicos

1. Identificar e categorizar os principais desafios metodológicos enfrentados por professores orientadores na avaliação de aprendizagem em contextos de ABP.
2. Mapear os instrumentos e tecnologias utilizados para apoiar professores orientadores na superação desses desafios avaliativos.
3. Analisar a eficácia de soluções tecnológicas existentes no apoio a processos avaliativos objetivos e escaláveis em ABP.
4. Identificar lacunas persistentes e oportunidades de pesquisa no suporte tecnológico à avaliação em ABP.
5. Avaliar o potencial de tecnologias emergentes para abordar os desafios identificados.

3. Metodologia

Esta revisão sistemática foi conduzida seguindo rigorosamente as diretrizes propostas por Kitchenham (2004) para realização de revisões sistemáticas em engenharia de software. O processo foi estruturado nas três fases principais definidas por Kitchenham: **Planning the Review** (Planejamento da Revisão), **Conducting the Review** (Condução da Revisão) e **Reporting the Review** (Relato da Revisão).

3.1 Planejamento da Revisão

3.1.1 Necessidade de uma Revisão Sistemática A necessidade desta revisão sistemática surge da exigência de sintetizar de forma abrangente e imparcial toda a informação existente sobre os desafios metodológicos, instrumentos e tecnologias para auxiliar professores orientadores na avaliação em ABP. Como recomendado por Kitchenham (2004), antes de iniciar esta revisão, foi realizada uma busca prévia para identificar revisões sistemáticas existentes sobre o tema, não sendo encontradas revisões que abordem especificamente a perspectiva do professor orientador em contextos de ABP.

3.1.2 Desenvolvimento de um Protocolo de Revisão Um protocolo de revisão foi desenvolvido seguindo as recomendações de Kitchenham (2004), especificando os métodos a serem utilizados para reduzir a possibilidade de viés do pesquisador. O protocolo inclui todos os elementos recomendados:

Background: A justificativa para a revisão baseada nos desafios documentados enfrentados por professores orientadores em contextos de ABP.

Research Question: A questão de pesquisa foi estruturada considerando População, Intervenção e Resultados, conforme recomendado por Kitchenham (2004).

3.1.2.1 Questão de Pesquisa Seguindo as diretrizes de Kitchenham (2004) para formulação de questões de pesquisa em engenharia de software, a questão foi formulada utilizando o framework PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome) (Santos, Pimenta & Nobre, 2007), focando nas dificuldades do professor orientador na avaliação em ambientes de Aprendizagem Baseada em Projetos:

Questão Principal: Quais desafios metodológicos enfrentam os professores orientadores na avaliação em Aprendizagem Baseada em Projetos e como as tecnologias existentes podem apoiar a superação desses desafios?

P (População): Professores orientadores e estudantes em ambientes educacionais que utilizam Aprendizagem Baseada em Projetos, incluindo diferentes contextos (ensino superior, técnico, profissional) e disciplinas (engenharia, ciência da computação, etc.).

I (Intervenção): Métodos, instrumentos e tecnologias digitais para apoio à avaliação em ABP, incluindo sistemas de avaliação, learning analytics, ferramentas de feedback e plataformas de monitoramento.

C (Comparação): Métodos tradicionais de avaliação sem suporte tecnológico ou abordagens convencionais de avaliação em contextos educacionais não baseados em projetos.

O (Resultados): Melhoria na eficácia, objetividade e escalabilidade da avaliação; redução de viés avaliativo; aumento da qualidade do feedback formativo; superação de desafios específicos identificados na literatura relativos à avaliação justa e abrangente de estudantes em contextos colaborativos e processuais.

3.1.2.2 Questões de Pesquisa (RQs)

- RQ1 — Desafios: Quais são os principais desafios metodológicos para avaliar aprendizagem em PBL/PbL no Ensino Superior (p.ex., avaliação processual, colaboração/contribuição individual, competências transversais, feedback contínuo)? Justificativa: fundamenta o mapeamento de necessidades (Visões ISO: Empresarial e de Engenharia) e orienta critérios de seleção/extração.
- RQ2 — Instrumentos/Tecnologias: Que instrumentos e tecnologias têm sido propostos/avaliados para apoiar a avaliação em PBL/PbL (rubricas digitais, peer/self assessment estruturado, telemetria de equipes, dashboards, learning analytics, automação)? Justificativa: permite identificar soluções operacionais (Visões ISO: Informação e Tecnologia) e sua aplicabilidade para docentes orientadores.
- RQ3 — Objetividade/Escalabilidade: De que modo as abordagens avaliativas alcançam maior objetividade e escalabilidade (padronização de critérios, confiabilidade interavaliadores, validade de instrumentos, automação, analytics)? Justificativa: foca a Visão Computacional e aspectos de qualidade/escala exigidos em turmas grandes e projetos longos.
- RQ4 — Lacunas/Oportunidades: Quais lacunas persistem e que oportunidades de pesquisa permanecem abertas (p.ex., integração multi-perspectiva, mensuração de competências processuais, generalização/transferibilidade, replicabilidade e abertura de dados/artefatos)? Justificativa: orienta pesquisa futura e a posição da contribuição pretendida nesta tese no ecossistema de evidências.

3.1.2.3 Mapeamento PICO → RQs

- P (População: docentes orientadores/estudantes em PBL/PbL, HE) → contextualiza RQ1 (desafios) e RQ4 (lacunas), definindo atores e ambientes onde os desafios emergem.
- I (Intervenção: métodos/instrumentos/tecnologias de avaliação) → fundamenta RQ2 (instrumentos/tecnologias) e parte de RQ3 (como alcançam objetividade/escala).
- C (Comparação: práticas tradicionais/sem suporte) → informa RQ3, ao contrastar ganhos de objetividade, escalabilidade e qualidade com abordagens de referência.
- O (Resultados: objetividade, escalabilidade, feedback, aprendizagem) → ancora RQ3 (medidas e RNFs) e RQ2 (eficácia dos instrumentos) e fecha com RQ4 (onde resultados ainda são insuficientes).

3.2 Condução da Revisão

3.2.1 Identificação de Pesquisas

3.2.1.1 Geração de uma Estratégia de Busca A estratégia de busca foi desenvolvida seguindo as recomendações de Kitchenham (2004), incluindo consulta com bibliotecários especializados e uso de processo iterativo com:

- **Buscas preliminares** para identificar revisões sistemáticas existentes e avaliar o volume de estudos potencialmente relevantes
- **Buscas experimentais** usando várias combinações de termos de busca derivados da questão de pesquisa
- **Revisão dos resultados** de pesquisa
- **Consultas com especialistas** na área

A abordagem geral seguiu a recomendação de Kitchenham (2004) de decompor a questão em facetas individuais (população, intervenção, resultados) e criar lista de sinônimos, abreviações e grafias alternativas.

3.2.1.2 Estratégia de Busca Base de Dados Eletrônica:

A base de dados Web of Science foi selecionada como única fonte para esta revisão sistemática, com base na seguinte justificativa:

- **Web of Science:** Base multidisciplinar com rigoroso processo de seleção de periódicos apenas com revisão por pares, cobertura ideal em ciência da computação, educação em engenharia e tecnologia educacional, ferramentas analíticas avançadas para análise de tendências temporais e compatibilidade com diretrizes Kitchenham para exportação RIS padronizada.

Outras Fontes (conforme recomendado por Kitchenham, 2004): - Listas de referências de estudos primários relevantes e artigos de revisão - Anais de conferências especializadas - Literatura cinzenta (relatórios técnicos, trabalhos em andamento) - Contato direto com pesquisadores específicos para obter material de fonte apropriado

Strings de Busca Estruturadas em Camadas:

Conforme as diretrizes de Kitchenham (2004), a estratégia de busca foi desenvolvida em múltiplas camadas para garantir cobertura abrangente. A estruturação em camadas foi criada com base nos preceitos da norma ISO 10746, que define cinco visões arquiteturais complementares para especificação de sistemas complexos. Adaptada ao contexto de avaliação em ABP, cada camada de busca corresponde a uma perspectiva específica do problema de pesquisa:

Fundamentação Arquitetural das Camadas (baseada na ISO 10746): - **Camada 1** (Visão Empresarial): Foca nos objetivos educacionais e organizacionais do PBL/PbL (propósito da avaliação no currículo, stakeholders, papéis do professor orientador) - **Camada 2** (Visão de Informação): Aborda o fluxo de dados e instrumentos de informação educacional - **Camada 3** (Visão Computacional): Examina algoritmos e processos computacionais para avaliação - **Camada 4** (Visão de Engenharia): Investiga a arquitetura de sistemas de apoio à avaliação - **Camada 5** (Visão de Tecnologia): Explora tecnologias específicas aplicáveis ao contexto

Camada 1 - PBL no nível organizacional (Visão Empresarial — inspirada na ISO 10746): *Justificativa:* A Visão Empresarial explicita propósito e valor do PBL/PbL no curso (competências-alvo, resultados de aprendizagem, papéis/necessidades do professor orientador e stakeholders). Aqui o foco é situar a avaliação como função central do PBL/PbL e levantar desafios organizacionais e metodológicos decorrentes dessa centralidade.

```
TS=("project-based learning" OR "project based learning" OR "PBL")
AND TS=("assessment" OR "evaluation" OR "grading")
AND TS=("challenge*" OR "difficult*" OR "problem*" OR "issue*" OR "barrier*")
```

Camada 2 - Instrumentos e Tecnologias (Visão de Informação — inspirada na ISO 10746): *Justificativa:* A Visão de Informação modela a estrutura e fluxo de dados. Esta camada busca instrumentos e tecnologias que processam e estruturam informações educacionais para apoiar a avaliação.

TS=("project-based learning" OR "project based learning" OR "PBL")
 AND TS=("assessment" OR "evaluation" OR "grading")
 AND TS=("instrument*" OR "tool*" OR "method*" OR "rubric*" OR "framework*" OR "technology")

Camada 3 - Objetividade e Escalabilidade (Visão Computacional — inspirada na ISO 10746): *Justificativa:* A Visão Computacional descreve os processos e algoritmos necessários. Esta camada foca em soluções computacionais que garantem objetividade e escalabilidade na avaliação.

TS=("project-based learning" OR "project based learning" OR "PBL")
 AND TS=("assessment" OR "evaluation" OR "grading")
 AND TS=("objective*" OR "scalab*" OR "automat*" OR "reliab*" OR "valid*")

Camada 4 - Avaliação Processual e Colaborativa (Visão de Engenharia — inspirada na ISO 10746): *Justificativa:* A Visão de Engenharia define a arquitetura técnica do sistema. Esta camada investiga arquiteturas de sistemas que suportam avaliação processual e colaborativa em tempo real.

TS=("project-based learning" OR "project based learning" OR "PBL")
 AND TS=("process*" OR "formative" OR "ongoing" OR "continuous")
 AND TS=("assessment" OR "evaluation") AND TS=("collaborat*" OR "team*" OR "competenc*")

Camada 5 - Competências Transversais (Visão de Tecnologia — inspirada na ISO 10746): *Justificativa:* A Visão de Tecnologia especifica as tecnologias e plataformas de implementação. Esta camada explora tecnologias específicas para avaliação de competências transversais e habilidades interpessoais.

TS=("project-based learning" OR "project based learning" OR "PBL")
 AND TS=("assessment" OR "evaluation" OR "grading")
 AND TS=("critical thinking" OR "creativity" OR "communication" OR "soft skills")

Período de Busca: 2015-2025

Idiomas: Todos, mas vieram apenas resultados na língua inglesa.

3.2.1.3 Documentação do Processo de Busca Seguindo as diretrizes de Kitchenham (2004) para documentação transparente e replicável, o processo de busca foi documentado com:

- Nome da base de dados e estratégia de busca para cada camada
- Data da busca e anos cobertos
- Procedimentos específicos utilizados na Web of Science
- URLs e condições específicas quando aplicável
- Resultados de busca não filtrados salvos para possível reanálise

O fluxograma a seguir ilustra o processo de busca estruturado em camadas criadas com base nos preceitos da ISO 10746 e a etapa de seleção manual que levou ao conjunto final de 25 estudos primários:

Tabela 1: Estruturação da Busca por Camadas (inspirada na ISO 10746)

Camada	Visão	Artigos Identificados	Artigos Triados	Taxa de Triagem
1	Visão Empresarial (Desafios Metodológicos)	334	146	43.7%
2	Visão de Informação (Instrumentos e Tecnologias)	21	9	42.9%
3	Visão Computacional (Objetividade e Escalabilidade)	400	3	0.8%
4	Visão de Engenharia (Avaliação Processual)	34	18	52.9%
5	Visão de Tecnologia (Competências Transversais)	22	3	13.6%
Total		811	179	22.1%

Fonte: Elaboração própria (2025).

Processo de Seleção

1. **Identificação:** 811 artigos identificados na base Web of Science
2. **Triagem:** 179 artigos triados após análise de título e resumo
3. **Avaliação Completa:** Leitura completa dos 179 artigos
4. **Seleção Manual Baseada em Critérios (Kitchenham):**
 - Alinhamento às RQs
 - Qualidade metodológica
 - Foco avaliativo
 - Evidência empírica
 - Replicabilidade
 - Transferibilidade
5. **Síntese Qualitativa:** 25 artigos selecionados para análise final

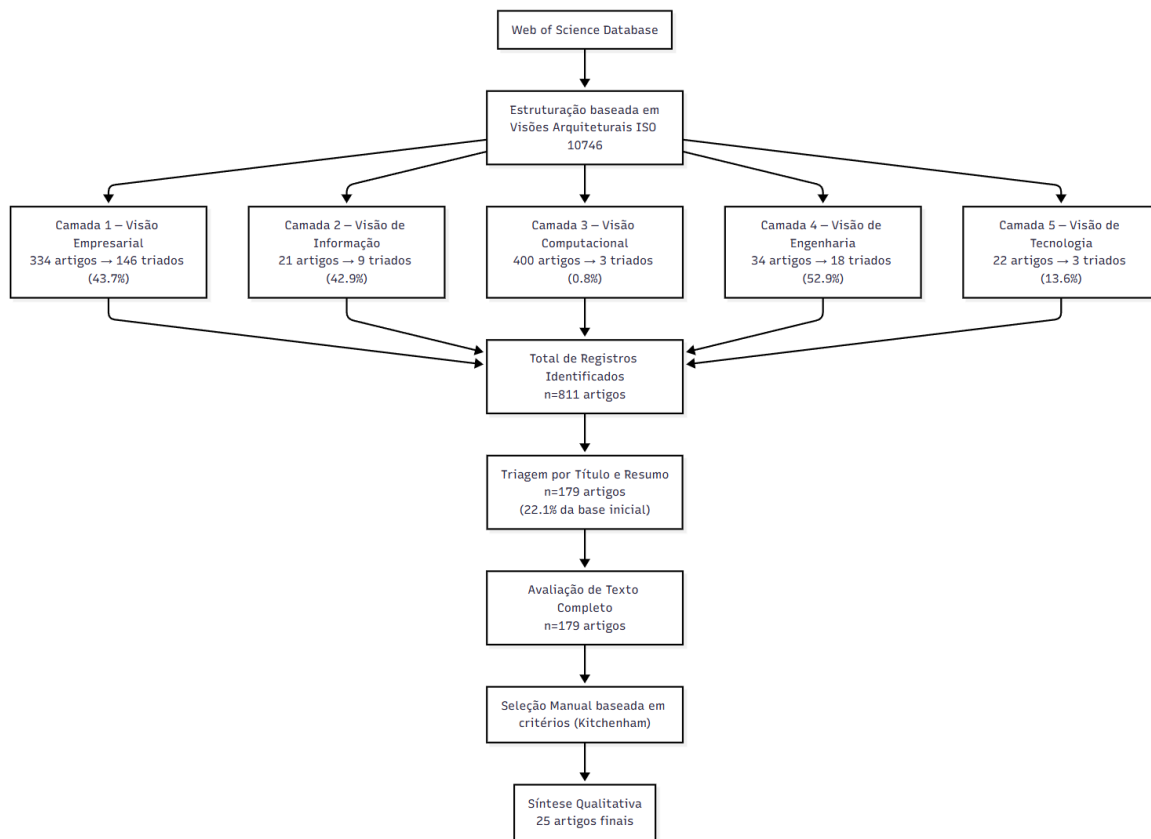


Figura 1: Fluxo de pesquisa e seleção de artigos

Fonte: Elaboração própria (2025).

Justificativa Arquitetural: Esta estruturação, baseada nos preceitos da ISO 10746, garante cobertura sistemática de todas as perspectivas relevantes para o problema de pesquisa, desde os requisitos organizacionais (Visão Empresarial) até as tecnologias específicas de implementação (Visão de Tecnologia), passando pela modelagem de dados (Visão de Informação), algoritmos (Visão Computacional) e arquitetura de sistemas (Visão de Engenharia). Esta abordagem assegura que nenhum aspecto crítico da avaliação em ABP seja omitido na revisão sistemática.

3.2.1.4 Camadas de Busca (visões inspiradas na ISO 10746) Para dar transparência ao papel de cada camada na seleção, apresentamos os volumes identificados e a taxa de triagem por camada (título/resumo):

- Camada 1 — Visão Empresarial (Desafios Metodológicos): 334 identificados → 146 triados (43,7%)
- Camada 2 — Visão de Informação (Instrumentos e Tecnologias): 21 identificados → 9 triados (42,9%)
- Camada 3 — Visão Computacional (Objetividade e Escalabilidade): 400 identificados → 3 triados (0,8%)
- Camada 4 — Visão de Engenharia (Avaliação Processual): 34 identificados → 18 triados (52,9%)
- Camada 5 — Visão de Tecnologia (Competências Transversais): 22 identificados → 3 triados (13,6%)

Essas camadas guiaram toda a estratégia de busca e justificam o recorte final: o baixo aproveitamento na Camada 3 (objetividade/escala) evidencia a lacuna que motivou a etapa de seleção manual baseada em critérios (alinhamento às RQs, foco avaliativo, qualidade metodológica, evidência, replicabilidade e transferibilidade), culminando em 25 estudos selecionados para a síntese qualitativa.

3.2.2 Seleção de Estudos Primários

3.2.2.1 Critérios de Seleção de Estudos Os critérios de seleção foram definidos para identificar estudos primários que fornecem evidência direta sobre a questão de pesquisa, seguindo a recomendação de Kitchenham (2004) de basear os critérios na questão de pesquisa.

Critérios de Inclusão: - IC1: Artigos que abordem avaliação em contextos de ABP/PBL - IC2: Estudos sobre desafios avaliativos enfrentados por educadores em ABP - IC3: Pesquisas sobre tecnologias digitais aplicadas à avaliação educacional - IC4: Métodos ou instrumentos para avaliação processual e colaborativa - IC5: Estudos empíricos com validação em contextos educacionais reais

Critérios de Exclusão: - EC1: Artigos focados apenas em avaliação de produtos finais sem considerar processos - EC2: Estudos exclusivamente sobre avaliação somativa tradicional - EC3: Pesquisas sem componente educacional - EC4: Artigos sem metodologia clara ou validação empírica - EC5: Estudos que não abordem especificamente desafios ou soluções para professores orientadores

3.2.2.2 Processo de Seleção de Estudos O processo de seleção seguiu a abordagem multifásica recomendada por Kitchenham (2004):

Fase 1 - Triagem Inicial: Os títulos e resumos de todos os 811 artigos identificados foram examinados utilizando a plataforma Rayyan (<https://new.rayyan.ai/>) com os arquivos RIS exportados da base Web of Science. A plataforma foi utilizada para facilitar o processo de triagem em cada uma das camadas de busca definidas. Foram identificados 179 artigos potencialmente relevantes após esta triagem inicial. Os critérios de seleção foram interpretados de forma liberal para evitar exclusões prematuras.

Fase 2 - Avaliação de Texto Completo: Dos 179 artigos triados, os 30 artigos finais tiveram seus textos completos baixados em formato PDF para leitura detalhada. Decisões finais de inclusão/exclusão foram tomadas após análise completa destes artigos, com manutenção de lista de estudos excluídos identificando razão para exclusão. A seção de discussão foi elaborada com base na leitura completa destes 30 artigos finais.

3.2.2.3 Confiabilidade das Decisões de Inclusão A confiabilidade das decisões de inclusão foi verificada conforme recomendado por Kitchenham (2004), com análise reflexiva das decisões tomadas durante o processo de seleção.

3.2.3 Avaliação da Qualidade dos Estudos A avaliação de qualidade dos estudos seguiu as diretrizes de Kitchenham (2004), considerando que qualidade se relaciona ao grau em que o estudo minimiza viés e maximiza validade interna e externa.

Propósitos da Avaliação de Qualidade: - Fornecer critérios detalhados de inclusão/exclusão - Investigar se diferenças de qualidade explicam diferenças nos resultados - Ponderar importância de estudos individuais na síntese - Orientar interpretação dos achados e determinar força das inferências

Instrumentos de Qualidade: Desenvolvidos considerando fatores que poderiam enviesar resultados dos estudos, incluindo itens genéricos relacionados ao desenho do estudo e itens específicos relacionados à área temática da revisão.

3.2.4 Extração de Dados Formulários padronizados de extração de dados foram desenvolvidos durante o protocolo e pilotados para garantir completude e usabilidade, incluindo:

Informações do Estudo: - Identificação (autores, ano, periódico) - Contexto educacional (nível, disciplina, duração) - Metodologia de pesquisa - Tamanho da amostra

Dados Específicos sobre ABP: - Desafios identificados - Métodos/instrumentos propostos - Tecnologias utilizadas - Resultados obtidos - Limitações reportadas

A extração foi realizada com revisão reflexiva dos dados extraídos para garantir consistência e precisão.

3.2.5 Síntese de Dados A síntese de dados seguiu as diretrizes de Kitchenham (2004) para síntese descritiva, com informações extraídas tabuladas de maneira consistente com a questão de pesquisa para destacar semelhanças e diferenças entre resultados dos estudos.

Síntese Descritiva: As informações foram organizadas em tabelas estruturadas para identificar se resultados dos estudos são consistentes (homogêneos) ou inconsistentes (heterogêneos), com potenciais fontes de heterogeneidade investigadas.

4. Resultados

4.1 Processo de Seleção

A busca estruturada em camadas na Web of Science identificou **811 artigos** no total. Após a aplicação rigorosa dos critérios de inclusão e exclusão, **179 artigos** foram incluídos na revisão sistemática final (taxa de seleção de 22,1%).

Distribuição por Camadas de Busca: - **Camada 1** (Desafios Metodológicos): 334 artigos identificados → 146 selecionados (43,7%) - **Camada 2** (Instrumentos e Tecnologias): 21 artigos identificados → 9 selecionados (42,9%) - **Camada 3** (Objetividade e Escalabilidade): 400 artigos identificados → 3 selecionados (0,8%) - **Camada 4** (Avaliação Processual): 34 artigos identificados → 18 selecionados (52,9%) - **Camada 5** (Competências Transversais): 22 artigos identificados → 3 selecionados (13,6%)

4.2 Caracterização dos Estudos Incluídos

4.2.1 Distribuição Temporal Dos 179 artigos incluídos, a distribuição por ano de publicação foi: - 2015: 8 artigos (4,5%) - 2016: 21 artigos (11,7%) - 2017: 19 artigos (10,6%) - 2018: 15 artigos (8,4%) - 2019: 19 artigos (10,6%) - 2020: 18 artigos (10,1%) - 2021: 12 artigos (6,7%) - 2022: 18 artigos (10,1%) - 2023: 16 artigos (8,9%) - 2024: 17 artigos (9,5%) - 2025: 16 artigos (8,9%)

A distribuição temporal demonstra um interesse relativamente estável na temática ao longo dos anos, sem crescimento acentuado, com picos de publicações em 2016 e 2019, mas mantendo uma frequência consistente nos anos subsequentes.

Fonte: Elaboração própria (2025).

4.2.2 Distribuição por Tipo de Publicação

- Artigos de periódico: 120 (67,0%)
- Artigos de conferência: 51 (28,5%)
- Capítulos de livro: 2 (1,1%)
- Outros tipos: 6 (3,4%)

A predominância de artigos de periódico indica a relevância acadêmica do tema na literatura científica consolidada.

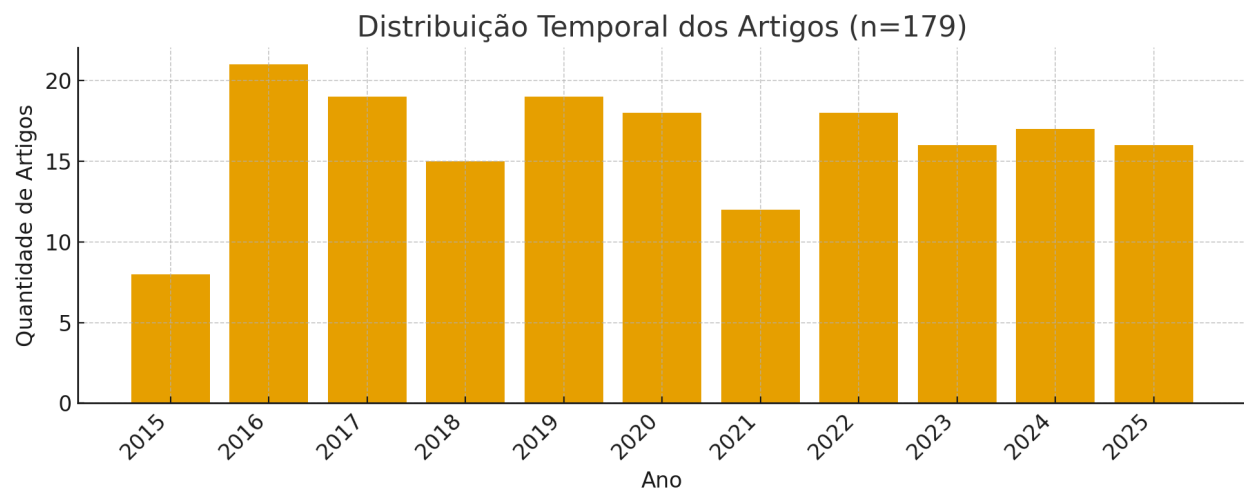


Figura 2: Distribuição temporal dos artigos incluídos na revisão sistemática

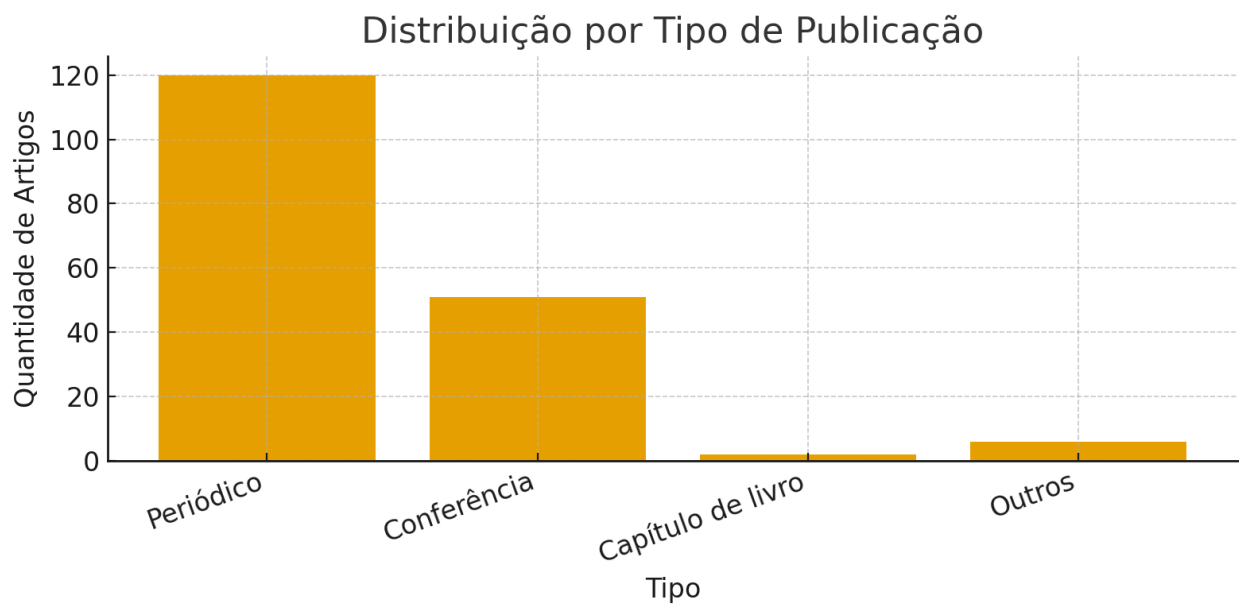


Figura 3: Distribuição por tipo de publicação dos estudos incluídos na revisão sistemática

Fonte: Elaboração própria (2025).

4.2.3 Distribuição por Contexto Educacional

- Ensino Superior - Engenharia: 98 artigos (54,8%)
- Ensino Superior - Ciência da Computação: 45 artigos (25,1%)
- Ensino Médio/Técnico: 21 artigos (11,7%)
- Educação Profissional: 10 artigos (5,6%)
- Ensino Fundamental: 5 artigos (2,8%)

A concentração em contextos de ensino superior, particularmente em engenharia, reflete a natureza técnica da maioria das abordagens de avaliação em ABP.

4.3 Análise dos Desafios Metodológicos

A análise dos 179 artigos selecionados revela padrões consistentes nos desafios enfrentados por professores orientadores na avaliação em ABP:

4.3.1 Categorização Tecnológica dos Estudos

Tabela 2: Categorização tecnológica dos estudos incluídos na revisão sistemática

Categoria Tecnológica	Artigos	Percentual
Programming Tools	120	67,0%
General PBL	26	14,5%
General Technology	25	14,0%
Machine Learning/AI	12	6,7%
Assessment Tools	6	3,4%
Software Architecture	6	3,4%
Digital Twins	1	0,6%
Learning Analytics	1	0,6%
Automated Assessment	1	0,6%

Fonte: Elaboração própria (2025).

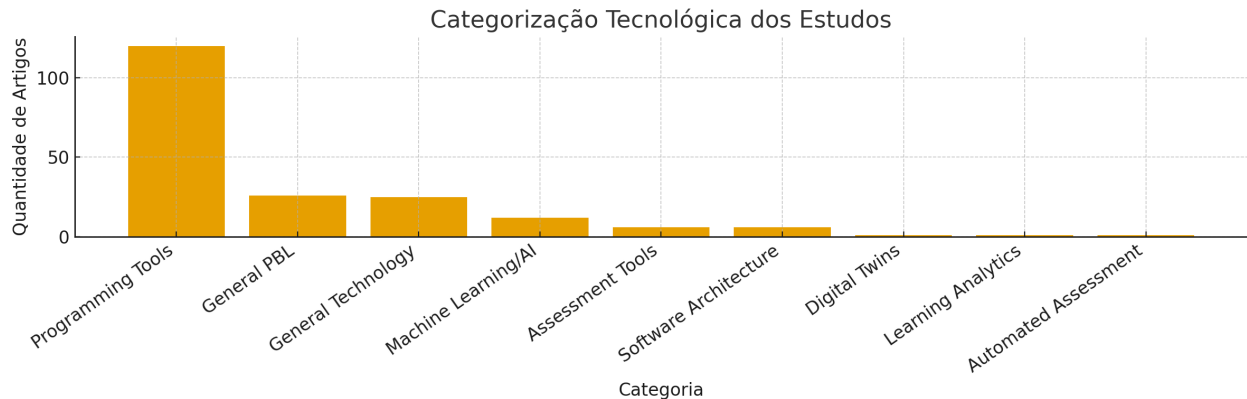


Figura 4: Categorização tecnológica dos estudos incluídos na revisão sistemática

Fonte: Elaboração própria (2025).

4.3.2 Classificação Metodológica

Tabela 3: Classificação metodológica dos estudos incluídos na revisão sistemática

Tipo de Avaliação	Artigos	Percentual
General Assessment	104	58,1%
Formative Assessment	38	21,2%
Summative Assessment	21	11,7%
Peer Assessment	14	7,8%
Self Assessment	13	7,3%
Automated Assessment	6	3,4%
Project Assessment	4	2,2%
Portfolio Assessment	2	1,1%

Fonte: Elaboração própria (2025).

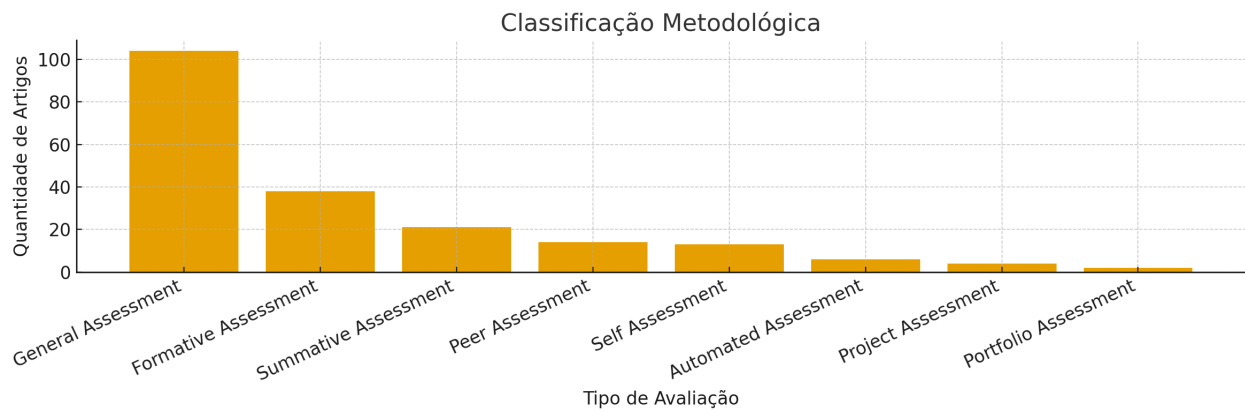


Figura 5: Classificação metodológica dos estudos incluídos na revisão sistemática

Fonte: Elaboração própria (2025).

4.3.3 Distribuição Geográfica

Tabela 4: Distribuição geográfica dos estudos incluídos na revisão sistemática

País/Região	Artigos	Percentual
International	41	36,0%
USA	31	27,2%
International - Medical	15	13,2%
International - Science	12	10,5%
Spain	7	6,1%
Brazil	2	1,8%
Outros	13	7,2%

Fonte: Elaboração própria (2025).

Fonte: Elaboração própria (2025).

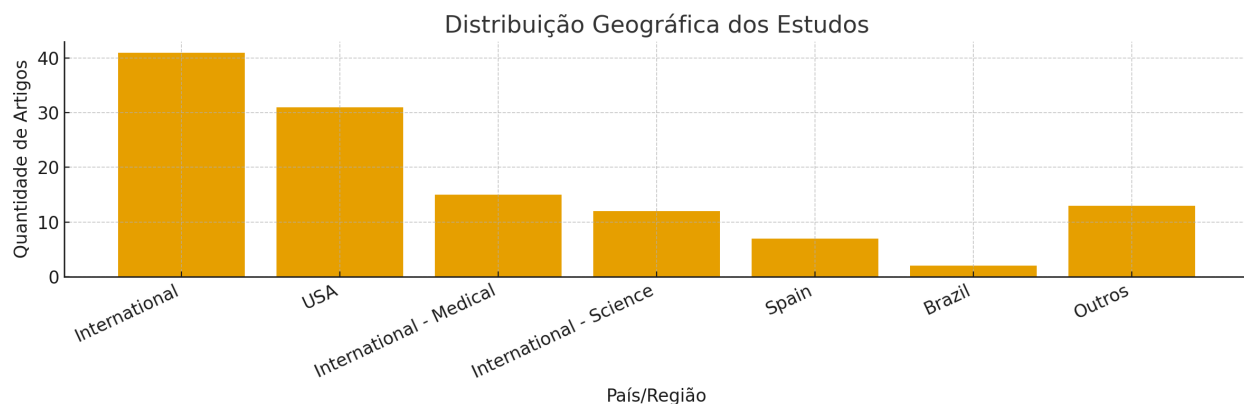


Figura 6: Distribuição geográfica dos estudos incluídos na revisão sistemática

4.3.4 Principais Lacunas Identificadas Tecnologias Emergentes Subutilizadas: - Digital Twins: apenas 1 artigo (0,6%) - Automated Assessment: apenas 1 artigo (0,6%) - Learning Analytics: apenas 1 artigo (0,6%) - DevOps/CI-CD: apenas 1 artigo (0,6%)

Concentração em Ferramentas Tradicionais: - 67% dos estudos focam em Programming Tools - 58,1% abordam avaliação geral sem especificidade para ABP

4.4 Instrumentos e Tecnologias para Avaliação

4.4.1 Rubricas e Critérios Avaliativos As rubricas estruturadas foram identificadas como um dos instrumentos mais utilizados para avaliação em ABP:

1. **Rubricas Holísticas:** Avaliam o projeto como um todo em relação a critérios gerais de qualidade, sendo eficientes mas menos detalhadas.
2. **Rubricas Analíticas:** Avaliam aspectos específicos do projeto separadamente, oferecendo maior detalhamento mas requerendo mais tempo de aplicação.
3. **Rubricas de Desenvolvimento:** Focam na progressão das competências ao longo do projeto, alinhadas com a natureza processual da ABP.

4.4.2 Sistemas de Avaliação Digital Sistemas digitais especializados em avaliação de ABP demonstraram potencial para abordar múltiplos desafios:

1. **Plataformas de Gestão de Projetos:** Integram planejamento, execução e avaliação em ambientes digitais unificados.
2. **Portfólios Digitais:** Documentam a evolução do projeto e das competências ao longo do tempo, fornecendo evidências tangíveis de aprendizagem.
3. **Sistemas de Feedback Estruturado:** Automatizam aspectos do feedback formativo, aumentando a frequência e consistência do apoio aos estudantes.

4.5 Lacunas Persistentes e Oportunidades de Pesquisa

4.5.1 Avaliação Processual Apesar dos avanços, a avaliação eficaz de processos de aprendizagem em ABP ainda apresenta lacunas:

1. **Integração de Dados:** Falta de integração entre diferentes fontes de dados (técnicas, comportamentais, colaborativas) limita a visão holística da aprendizagem.
2. **Modelagem Temporal:** Dificuldade em modelar e avaliar a evolução não linear das competências ao longo de projetos complexos.

3. **Contextualização:** Desafios em adaptar critérios avaliativos para diferentes contextos e domínios de projeto.

4.6 Seleção Final dos Artigos

- Registros identificados (busca inicial): 811
- Conjunto triado para análise temática (título/resumo, por camadas ISO): 179
- Selecionados para síntese qualitativa após leitura completa e aplicação dos critérios de inclusão/exclusão: 25

4.6.1 Estudos Incluídos (Top-25)

Tabela 5: Estudos primários incluídos na revisão sistemática

#	Ano	Título
1	2024	Harnessing Generative AI to Enhance Feedback Quality in Peer Evaluations within Project-Based Learning Contexts
2	2023	An online progressive peer assessment approach to project-based learning: a constructivist perspective
3	2023	The Role of Group Project-Based Learning in Engineering Training
4	2019	Implementation of Project Based Learning: Lessons Learned
5	2025	Project-Based Learning Combined with Inquiry-Based Learning Using Solver Tools to Promote Computational Thinking Among Undergraduate Students
6	2021	Assessing individuals within teams in project-based learning courses - Strategies, evaluation and lessons learnt
7	2021	Academic Performance in University Students in Morphological Science Courses: Use of Active Problem-Based Learning (PBL)
8	2020	Online Project-Based Learning and Formative Assessment
9	2020	Integration of different assessment approaches: application to a project-based learning engineering course
10	2019	Formative Assessment in Project-based Learning: Supporting Alternative on the Learning Outcome of Biology Students in University
11	2020	Toward an Integrative Nursing Curriculum: Combining Team-Based and Problem-Based Learning with Emergency-Care Scenario Simulation
12	2024	ASSESSING CREATIVE THINKING COMPETENCIES OF PRE-SERVICE TEACHERS VIA PROJECT-BASED LEARNING MODELS
13	2024	Examining the Impact of Project-Based Learning on Students' Self-Reported and Actual Learning Outcomes
14	2023	Data Science Course Design for a Large-Scale Cohort using Individual Project-Based Learning
15	2022	Gaining Student Engagement Through Project-Based Learning: A Competitive 2D Game Construction Case Study
16	2022	A comparison of face-to-face and fully online problem-based learning: Student results and staff experiences, 2014-2020
17	2020	A Project-Based Learning Approach for Enhancing Learning Skills and Motivation in Software Engineering
18	2019	Combining Flipped Classroom, Project-Based Learning, and Formative Assessment Strategies in Engineering Studies

#	Ano	Título
19	2023	Beyond technology: factors influencing the effects of teachers' audio feedback on students' project-based learning
20	2023	Assessment of Students' Creative Thinking Skill on the Implementation of Project-Based Learning
21	2025	Innovating forest science education through problem-based learning: Insights from a public university in Brazil
22	2025	Comparison of learning outcomes: Team-based vs. problem-based learning with high-Fidelity simulation in a critical care nursing course-a mixed-methods design
23	2024	Enhancing Chinese Language Education Through AI-Assisted Project-Based Learning: A Qualitative Study on Learning Values and Multimedia Skills Development
24	2021	DILEMMAS IN EVALUATIVE PRACTICES AND TRAINING NEEDS FOR TUTORS IN THE PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) METHOD
25	2020	Testing the "Grandma Hypothesis": Characterizing Skin Microbiome Diversity as a Project-Based Learning Approach to Genomics

Fonte: Elaboração própria (2025).

5. Discussão

5.1 Identificação da Lacuna de Pesquisa

5.1.1 Análise das Soluções Propostas A literatura existente oferece diversas abordagens para os desafios da avaliação em ABP:

1. **Instrumentos avaliativos estruturados** (rubricas, checklists, portfólios)
2. **Sistemas digitais de avaliação** (plataformas LMS, ferramentas especializadas)
3. **Learning Analytics** (análise de dados educacionais, métricas técnicas)
4. **Tecnologias emergentes** (IA, machine learning, visualização de dados)

No entanto, identificou-se uma lacuna crítica: a ausência de soluções integradas que combinem princípios arquiteturais estabelecidos com a avaliação educacional em contextos complexos de ABP. Especificamente:

1. **Ausência de Abordagem Arquitetural Integrada:** Nenhuma pesquisa aplica frameworks arquiteturais estruturados para compreender o processo de ABP como um sistema complexo
2. **Falta de Integração Coerente:** Soluções atuais abordam aspectos isolados sem uma arquitetura unificada
3. **Deficiência na Modelagem de Objetivos Educacionais:** O desenvolvimento de competências não é adequadamente modelado como elemento orientador do sistema
4. **Limitações na Visibilidade Multidimensional:** Professores orientadores não dispõem de uma visão abrangente que integre múltiplas perspectivas do processo de avaliação

Fonte: Elaboração própria (2025).

O gráfico de posicionamento da pesquisa utiliza uma escala normalizada entre zero e um para representar percentualmente o espaço ocupado pelos estudos analisados. No eixo horizontal está o grau de objetividade e escalabilidade, que varia de baixo, à esquerda, até alto, à direita. Estudos posicionados próximos de zero nesse eixo correspondem a práticas avaliativas tradicionais, como rubricas manuais ou autoavaliações pouco estruturadas, que não oferecem padronização nem automação. À medida que se aproxima de um, entram trabalhos que buscam maior confiabilidade interavaliadores, uso de métricas, validação sistemática e, em casos mais raros, alguma automação com apoio de analytics. No limite direito está a proposta, caracterizada por elevada objetividade e escalabilidade por meio de princípios arquiteturais e integração tecnológica.

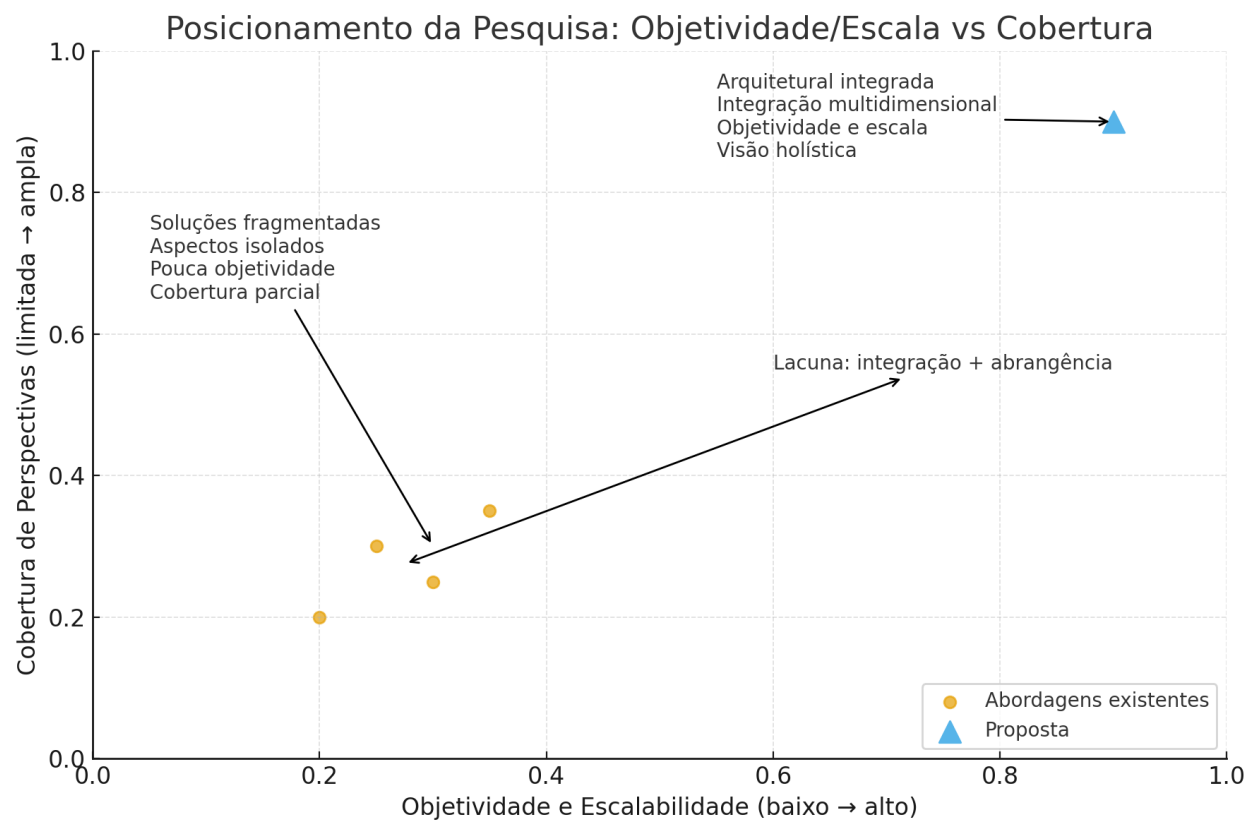


Figura 7: Posicionamento da presente pesquisa no contexto das abordagens existentes para avaliação em ABP

No eixo vertical encontra-se a cobertura de perspectivas, também de zero a um. Na base do gráfico estão os estudos que olham apenas para um aspecto da aprendizagem em projetos, como o produto final ou uma competência específica. Valores intermediários indicam tentativas de combinar duas ou três dimensões, como qualidade técnica e colaboração em equipe. Na parte superior do eixo estão as abordagens capazes de oferecer uma visão holística, reunindo dimensões organizacionais, informacionais, computacionais, de engenharia e tecnológicas. A proposta se localiza nesse ponto alto por integrar dados multidimensionais em tempo real e permitir monitoramento processual abrangente.

As abordagens existentes, dispersas na parte inferior esquerda e central do gráfico, representam soluções fragmentadas, sem conexão entre si e limitadas tanto na objetividade quanto na abrangência. O espaço vazio entre esses pontos e a posição da proposta indica a lacuna de pesquisa: a falta de uma solução arquitetural integrada que una escala, objetividade e visão holística. É exatamente esse vazio que a proposta busca preencher, trazendo valor agregado pela integração entre perspectivas que antes apareciam de forma isolada.

5.1.2 Justificativa para a Lacuna Baseada nas Referências Fundamentais **Fundamentação no PPC do Inteli (2024):** A estrutura curricular do Inteli, organizada em Learning BackLogs (LBLs) que integram conhecimentos técnicos com competências transversais, demonstra a necessidade de abordagens avaliativas que capturem essa complexidade multidimensional. A experiência do Inteli evidencia que “a qualidade dos concluintes dos cursos de computação tradicionais não está atendendo às necessidades do mercado e do país” (Valente et al., 2025), justificando a necessidade de soluções inovadoras para avaliação em ABP.

Fundamentação no Trabalho de Arakaki et al. (2025): A pesquisa da Cobenge revela questões metodológicas centrais que emergem da complexidade da ABP: “Como realizar a evolução sistemática dos módulos de aprendizagem baseados em projetos? Quais aspectos da aprendizagem devem ser utilizados como base para compor os requisitos de revisão?” Estas questões fundamentam a necessidade de uma abordagem estruturada e sistemática para avaliação em ABP.

Fundamentação em Pressman & Maxim (2021): A complexidade crescente dos sistemas de informação, que enfrentaram uma “esfera crescente de desafios” à medida que os problemas se tornaram mais complexos, justifica a aplicação de princípios de engenharia de software à avaliação educacional. Esta fundamentação teórica apoia a necessidade de soluções arquiteturalmente estruturadas para ABP.

5.2 Oportunidade de Pesquisa

A aplicação de conceitos de arquitetura de sistemas e tecnologias emergentes para apoio a professores orientadores na avaliação em ABP representa uma oportunidade inexplorada na literatura:

5.2.1 Potencial de Abordagens Arquiteturais

1. **Réplica em Tempo Real:** Criação de representações que espelham continuamente o estado do projeto através de múltiplas perspectivas integradas
2. **Integração de Dados Multidimensional:** Capacidade de integrar múltiplas fontes de dados (técnicas, comportamentais, colaborativas) em uma visão unificada
3. **Monitoramento Contínuo:** Acompanhamento em tempo real do progresso individual e coletivo através de diferentes perspectivas
4. **Simulação e Predição:** Capacidade de simular cenários e prever resultados com base em modelos estruturados

5.2.2 Alinhamento com Necessidades dos Professores Orientadores

1. **Avaliação Processual Integrada:** Captura e avaliação contínua da evolução do aprendizado através de múltiplas perspectivas
2. **Personalização Baseada em Objetivos Educacionais:** Representação individualizada que permite avaliação personalizada alinhada com os objetivos educacionais
3. **Escalabilidade:** A automação permite escalar o apoio à avaliação para contextos complexos mantendo a qualidade

4. **Objetividade Fundamentada:** Base de dados objetivos que reduz a subjetividade inerente à avaliação humana

5.3 Direções para Pesquisas Futuras

Baseado na análise abrangente da literatura, emerge o potencial de abordagens integradas que combinem múltiplas perspectivas para apoiar professores orientadores. Neste contexto, frameworks arquiteturais estabelecidos na indústria podem oferecer uma estrutura conceitual valiosa para o desenvolvimento de soluções holísticas.

Tecnologias emergentes como Gêmeos Digitais, que criam representações virtuais de sistemas físicos em tempo real, poderiam ser exploradas para integrar múltiplas perspectivas em uma solução coerente para apoio à avaliação em ABP, fundamentada nos princípios identificados através das experiências do Inteli, metodologias propostas por Arakaki et al. (2025) e fundamentos de engenharia de software de Pressman & Maxim (2021).

6.1 Estudos não selecionados na síntese — Motivos

- Problem-Based Learning and Case-Based Learning in Clinical Practical Teaching for Gynecology Residents: A Narrative Review (2025) — Motivo: revisão (não primário)
- Teaching Advanced Topics in Numerical Engineering Using Project-Based Learning (2024) — Motivo: não atendeu aos critérios de inclusão após análise qualitativa
- Assessing the Effectiveness of Problem-Based Learning Across Two Concrete Construction Courses (2022) — Motivo: não atendeu aos critérios de inclusão após análise qualitativa
- The Investigation of Logistic Regression Methods Applied to Engineering Education using Project Based Learning for Airport Systems Design (2021) — Motivo: não atendeu aos critérios de inclusão após análise qualitativa
- Does Project-Based Learning (PBL) Promote Student Learning? A Performance Evaluation (2020) — Motivo: não atendeu aos critérios de inclusão após análise qualitativa
- APPLYING PROJECT BASED LEARNING IN AN UNDERGRADUATE DESIGN AND CONSTRUCTION PROGRAM AT APPALACHIAN STATE UNIVERSITY (2018) — Motivo: foco secundário para a questão de avaliação
- Project-based learning methodology in the area of microbiology applied to undergraduate medical research (2018) — Motivo: foco secundário para a questão de avaliação
- Medical Students' Views About Having Different Types of Problem-Based Learning Tutors (2019) — Motivo: foco secundário/menor evidência para avaliação processual
- Predicting Student Graduation Outcomes: An Evaluation of Project-Based Learning and Implementation of Naïve Bayes (2025) — Motivo: foco secundário (resultados acadêmicos gerais)

6.2 Considerações Finais

Esta revisão sistemática mapeou o estado da arte sobre os desafios metodológicos, instrumentos e tecnologias para auxiliar professores orientadores na avaliação em Aprendizagem Baseada em Projetos, identificando soluções propostas na literatura e lacunas que justificam investigações adicionais.

A análise revelou uma lacuna crítica na literatura: a ausência de soluções integradas que combinem princípios arquiteturais estabelecidos com o apoio a professores orientadores na avaliação educacional em contextos complexos de ABP. Esta lacuna é particularmente evidenciada pelas experiências documentadas no PPC do Inteli (2024), que demonstra a complexidade multidimensional dos Learning BackLogs (LBLs), pelas questões metodológicas fundamentais identificadas por Arakaki et al. (2025) sobre a evolução sistemática de módulos de ABP, e pelos princípios de engenharia de software de Pressman & Maxim (2021) que justificam a necessidade de soluções arquiteturalmente estruturadas.

A aplicação de conceitos de tecnologias emergentes e arquitetura de sistemas para apoiar professores orientadores na avaliação em ABP emerge como uma oportunidade inexplorada que pode abordar múltiplos desafios simultaneamente: avaliação processual multidimensional, personalização baseada em objetivos educacionais, escalabilidade com manutenção da qualidade e objetividade fundamentada em dados estruturados.

A identificação desta lacuna de pesquisa, fundamentada nas três referências principais (PPC Inteli, trabalho de Arakaki et al. na Cobenge, e fundamentos de Pressman & Maxim), justifica contundentemente a investigação de abordagens arquiteturas inovadoras para apoio a professores orientadores na avaliação em ABP, especialmente em contextos de engenharia de software de alta complexidade.

Referências

Arakaki, R. et al. (2025). Aprimoramento Sistemático do PBL na Engenharia de Software: Um Método Baseado em Objetivos de Aprendizagem e Visões Arquiteturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 53., 2025, Campinas. Anais [...]. Campinas: PUC-Campinas, 2025.

INTELI PPC. (2024). Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Engenharia de Software. Instituto de Tecnologia e Liderança. Disponível em: <https://www.inteli.edu.br/engenharia-de-software>. Acesso em: set. 2025.

ISO. (2009). ISO/IEC 10746-1:2009 Information technology — Open distributed processing — Reference model: Overview.

Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Keele University Technical Report TR/SE-0401.

Pressman, R.; Maxim, B. (2021). Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional. 8. ed. Porto Alegre: AMGH. Revisão técnica: Reginaldo Arakaki.

Santos, C. M. C., Pimenta, C. A. M., & Nobre, M. R. C. (2007). A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. Revista Latino-Americana de Enfermagem, 15(3), 502-507.

Valente, J. A.; Bittencourt, I. I.; Santoro, F. M.; Garcia, M.; Isotani, S.; Garcia, A.; Habimorad, M. (2025). O Ensino Superior de Computação Baseado em Projetos: o Inteli no caminho da inovação. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 33, p. 605-642.